Extinción I

La desaparición de las especies vivientes en el planeta

Paul R. Ehrlich
Anne H. Ehrlich

Biblioteca
Científica
Salvat

Extinción II

La desaparición de las especies vivientes en el planeta

Paul R. Ehrlich
Anne H. Ehrlich

Biblioteca
Científica
Salvat

Extinción

La desaparición de las especies vivientes en el planeta

Paul R. Ehrlich
Anne H. Ehrlich

SALVAT

Versión española de la obra original inglesa
Extinction, publicada por Random House. Nueva York

Traducción: Josep Cuello y Purificación Mayoral
Diseño de cubierta: Ferran Cartes / Montse Plass
Foto de cubierta: Zardoya Press-foto / M. Riboud

Escaneado: thedoctorwho1967.blogspot.com
Edición digital: Sargont (2017)

© 1995 Salvat Editores. S.A.. Barcelona
© 1981 Paul R. Ehrlich y Anne H. Ehrlich
ISBN: 84-345-8880-3 (Obra completa)
ISBN: 84-345-8978-8 (Volumen 98)
ISBN: 84-345-8979-6 (Volumen 99)
Depósito Legal: B-9198-1995
Publicada por Salvat Editores. S.A.. Barcelona
Impresa por Primer, i.g.s.a. Mayo 1995
Printed in Spain

ÍNDICE

PREFACIO
Los arrancarremaches

Primera parte
INTRODUCCIÓN

1. ¿HA DE LAMENTARSE LA PÉRDIDA DE LOS DINOSAURIOS?
¿Por qué proteger las especies en peligro?
Los arrecifes de coral

2. EL ORIGEN DE LAS ESPECIES Y SU EXTINCIÓN
Evolución
El equilibrio evolutivo
Extinción

Segunda parte
¿POR QUÉ HEMOS DE PREOCUPARNOS?

3. COMPASIÓN, ESTÉTICA, FASCINACIÓN Y ÉTICA
Salvar especies: la compasión
Valores estéticos
El derecho a existir

4. BENEFICIOS ECONÓMICOS DIRECTOS DE LA PRESERVACIÓN DE LAS ESPECIES
Beneficios médicos
Fuentes de alimento
Las otras especies y el control biológico
Productos adicionales de otras especies
Los costes de oportunidad de la extinción

5. BENEFICIOS INDIRECTOS: SISTEMAS SUSTENTADORES DE VIDA
Estructura del ecosistema
Estructura piramidal y perturbación del ecosistema

Servicios del ecosistema
Extinciones y servicios de los ecosistemas

Tercera parte
¿CÓMO AMENAZA LA HUMANIDAD A LAS ESPECIES?

6. AMENAZAS DIRECTAS
Sobre explotación
Amenazas directas de las sociedades preindustriales
Amenazas a la alimentación actual
El comercio de fauna
Control de los depredadores

7. PERJUICIO INDIRECTO
Asfaltado
Agricultura: artigar y labrar
El vómito de la sociedad industrial
El desarrollo: deforestación
Transporte
Recreo
Volar por los aires
Energía y destrucción de hábitats
Mirando hacia atrás y hacia delante

Cuarta parte
¿QUÉ HACEMOS Y QUÉ PODEMOS HACER?

8. EXTINCIÓN Y PRÁCTICA POLÍTICA
Las especies amenazadas y la legislación de Estados Unidos
La política de la caza de las ballenas
La política de la destrucción de hábitats

9. ZOOS, RESERVAS Y PRESERVACIÓN: LA TÁCTICA DE LA CONSERVACIÓN
Cría en cautividad
Reservas
La conservación fuera de zoos y reservas
De la táctica a la estrategia

10. LA ESTRATEGIA DE LA CONSERVACIÓN
Control de natalidad

Crecimiento económico
Una perspectiva utópica

APÉNDICE
Taxonomía de los organismos tratados en esta obra

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE DE TÉRMINOS

PREFACIO

LOS ARRANCARREMACHES

Mientras usted se dirige a su avión desde la terminal del aeropuerto, repara en un individuo subido a una escalera que se dedica a arrancar remaches de las alas. Un tanto mosqueado, se aproxima usted al arrancador de remaches y le pregunta simplemente qué está haciendo.

«Trabajo para la compañía aérea Growthmanía Intercontinental», le informa el personaje, «y la compañía ha descubierto que puede vender estos remaches a dos dólares la pieza».

«Pero, ¿cómo sabe que no debilitará fatalmente el ala al hacer eso?», le pregunta usted.

«No se preocupe», le responde. «Estoy seguro de que el fabricante construyó un avión mucho más fuerte de lo que en realidad es necesario, de modo que esto no es perjudicial. Además, he sacado bastantes remaches de este ala y todavía no se ha caído. Aerolíneas Growthmanía necesita dinero; si yo no arrancara los remaches. Growthmanía no podría continuar su expansión. Y yo necesito la comisión que me paga: ¡cincuenta centavos por remache!»

«¡Pero, pero usted ha perdido el juicio!»

«Le digo que no se preocupe; sé lo que hago. En realidad, yo también voy a viajar en este vuelo, de modo que, como usted puede comprobar, no existe el más mínimo motivo de preocupación.»

Claro está, una persona sensata volvería a la terminal, daría parte del peculiar personaje y de Aerolíneas Growthmanía a la FAA, y reservaría plaza en otro sistema de transporte. Por supuesto, nadie está obligado a viajar en avión. Pero, por desgracia, todos somos pasajeros de una inmensa cosmonave en la

que no nos queda más alternativa que volar. Y, desafortunadamente, esta cosmonave está llena de arrancadores de remaches que proceden de forma análoga a la que se acaba de describir.

Entre los arrancarremaches de la cosmonave Tierra figuran personas como el presidente de Estados Unidos, el presidente del Partido Comunista de la URSS y otros muchos políticos y cargos decisorios, así como grandes y pequeños hombres de negocios: e, inadvertidamente, casi todos los demás habitantes del planeta, entre ellos, usted y nosotros. Philip Handler, presidente de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos, es un destacado arrancarremaches, del mismo modo que lo es el industrial Daniel Ludwig (dedicado íntegramente a talar la pluvisilva amazónica): el senador Howard Baker, enemigo del pez babosa; y el vicepresidente George Bush, partidario de la guerra nuclear. Otras figuras relevantes en la lista de arrancarremaches son los balleneros y madereros japoneses, muchos ejecutivos de los servicios públicos, los magnates de la industria automovilística de Detroit, los directores de la corporación AMAX, la mayoría de los economistas, el gobierno brasileño, el ministro del Interior James Watt, los directores editoriales de *Science*, *Scientific American* y el *Wall Street Journal*, los propietarios de la industria pesticida, algunos de los altos burócratas del Ministerio de Agricultura de Estados Unidos, los funcionarios de la Sociedad Entomológica de América, las facultades de ingeniería de todo el mundo, el cuerpo de ingenieros del ejército y la jerarquía de la iglesia católica.

En realidad, la mayoría de estas personas está simplemente desinformada, lo cual proporciona un buen motivo para escribir un libro sobre el proceso y las consecuencias de arrancar remaches.

«Arrancar remaches» de la cosmonave Tierra consiste en fomentar e instigar el exterminio de especies y poblaciones de seres vivos no humanos. El león de Europa, la paloma migratoria, el periquito de Carolina y la mariposa *Cercyonis sthenele* son una muestra de los muchos «remaches» irremisiblemente

perdidos; el chimpancé, el gorila de montaña, el tigre de Siberia, la ballena franca y el cóndor de California destacan entre los remaches que ya están flojos. El resto de las quizá diez millones de especies y miles de millones de poblaciones distintas que existen en la actualidad subsisten con mayor o menor firmeza. Algunas de estas especies proporcionan, o podrían proporcionar, importantes beneficios directos a la humanidad ya que todas ellas forman parte de toda una serie de servicios públicos gratuitos, sin los que la sociedad no podría sobrevivir.

Los sistemas ecológicos de la Tierra, que constituyen estos servicios fundamentales son análogos a las partes de un avión apto para el ser humano. No obstante, los ecosistemas son mucho más complejos que las alas o los motores de un aeroplano, ya que los ecosistemas tienden a tener subsistemas redundantes y otras características de «diseño» que les permiten seguir funcionando después de haber sufrido graves daños. Puede pensarse que una docena de remaches, o una docena de especies, a lo mejor no se echa de menos, pero un decimotercer remache arrancado de un *flap* del ala, o la extinción de una especie clave en el reciclado del nitrógeno, podría acarrear un grave accidente.

En la mayoría de los casos, el ecólogo no posee mayor información para predecir las consecuencias de la extinción de una determinada especie, que la que posee el pasajero de un avión para evaluar la pérdida de un remache. Sin embargo, ambos pueden prever fácilmente los resultados que provocará a largo plazo el continuo empuje de las especies hacia la extinción, o el arranque de un remache tras otro. Hoy día, ningún pasajero de avión sensato aceptaría una pérdida ininterrumpida de remaches en los vehículos a reacción. Probablemente, las actitudes cambiarán con el tiempo, y entonces, ningún pasajero de la cosmonave llamada Tierra aceptará una pérdida constante de poblaciones o especies de seres vivos no humanos.

Durante buena parte de los miles de millones de años que los seres vivos habitan en este planeta, los sistemas ecológicos han estado bajo lo que la industria aeronáutica calificaría de

«mantenimiento progresivo». Arrancados o desgastados, los remaches han sido reemplazados de inmediato; en realidad, durante mucho tiempo, nuestra cosmonave se vio reforzada con la inserción de más remaches que los que se perdían. Hace sólo unos diez mil años que se han puesto de manifiesto indicios de que el proceso podría haberse invertido de modo más o menos permanente. En esa época, una especie, *Homo sapiens*, empezó su meteórico ascenso a la dominación del planeta. Por el contrario, en los últimos cincuenta años se ha hecho evidente que la humanidad ha estado empujando las especies y las poblaciones a la extinción, a un ritmo mucho mayor que el del agotamiento natural, y muy por encima de la tasa de reemplazo que pueden llevarse a cabo mediante procesos naturales. En los últimos veinticinco años más o menos, la disparidad entre la tasa de pérdida y la tasa de reemplazo se ha vuelto alarmante, así que de no tomarse alguna medida, el proceso de extinción puede llegar a ser catastrófico para la humanidad.

Lamentablemente, el tipo de catástrofe es de difícil predicción. Con la naturaleza progresivamente empobrecida, su capacidad de proporcionar un clima moderado, limpiar el aire y el agua, reciclar residuos, proteger los cultivos de las plagas, reponer suelos, y muchas actividades más se deteriorarán progresivamente. La población humana crecerá al mismo tiempo que disminuye la capacidad de la Tierra para sustentar personas. El aumento de las tasas de mortalidad y una disminución de la calidad de vida conducirán a un desmoronamiento de la sociedad postindustrial, que puede sobrevenir de forma tan gradual que quizá no sea identificable en el momento de su llegada.

Como es lógico, esta catástrofe final puede producirse fácilmente. Por ejemplo, la destrucción de los ricos complejos de especies de la cuenca del Amazonas provocaría rápidos cambios en las pautas climáticas mundiales. Asimismo, la agricultura, el ser humano, y los alimentos en sí dependen en gran medida de la estabilidad del clima. Esta falta de alimentos,

junto a otro tipo de elementos vitales para el ser humano podrían desembocar en una guerra termonuclear capaz de extinguir la civilización.

Por lo tanto, es necesario frenar la tasa acelerada de extinción. Esto no será fácil ya que exigirá la educación y la acción concertada de centenares de millones de personas. No obstante, ninguna tarea se antepone a éstas en importancia, porque la extinción de otros seres vivos ha de ser detenida antes de que la estructura viva de nuestra cosmonave sea tan débil que pueda producir la desaparición de todo ser vivo, incluido el ser humano.

Al Homo sapiens, *que a través de la extinción de las demás especies se pone en peligro a sí mismo.*

PRIMERA PARTE

INTRODUCCIÓN

1. ¿HA DE LAMENTARSE LA PERDIDA DE LOS DINOSAURIOS?

Lo peor que puede ocurrir —ocurrirá [en los 80]— no es el agotamiento de la energía, el colapso económico, la guerra nuclear limitada, o la expansión de un gobierno totalitario. Estas catástrofes serían terribles para el ser humano, pero se pueden reparar al cabo de unas pocas generaciones. El único proceso en marcha, en los años 80, que llevará millones de años corregir, es la pérdida de diversidad genética y de especies debido a la destrucción de los hábitats naturales. Nuestros descendientes probablemente no nos perdonarán tamaño desliz.

E. O. WlLSON,
Harvard Magazine.
enero-febrero, 1980

En una ladera despejada del bosque ribereño que desciende hacia el lago Tanganica, se encuentra Flo acicalando a su hija Fifi. Junto a ellas está sentado Freud, hijo de Fifi, y Flint el menor de los hijos de Flo, Freud, todavía un bebé, está en brazos de su madre y Flint, más mayor, acicala a su hermana. El pequeño grupo de chimpancés parece ajeno a la idílica escena, el lago que centellea por entre los resquicios del follaje, el vuelo de las mariposas *Naja,* de colores metálicos, el canto de las aves. También parecen ajenos a nuestra presencia y a la de las dos estudiantes de la Universidad de Stanford que toman notas sobre el comportamiento de estos animales.

De repente, un rugido acaba con el encanto. Los chimpancés se dispersan, trepando a los árboles, a la vez que Figan —un macho joven que se ha convertido en seguida en individuo dominante del grupo irrumpe en el claro, corriendo a cuatro patas y con el pelo erizado. En un aparente ataque de furia, se precipita sobre una piedra de más de dos kilos y la lanza a unos 13 metros con la misma facilidad que un hombre arrojaría una

pelota de tenis. Permanecemos completamente inmóviles mientras Figan coge una rama muerta de palma y vapulea primero a una estudiante, luego a la otra. Después se abalanza sobre nosotros (estamos justo a su lado) y se detiene frente a Paul, levanta la rama y entonces duda, al tiempo que se miran uno a otro fijamente Acto seguido, Figan deja caer el brazo y da media vuelta, aparentemente calmado de su «enojo». No hay heridos —en realidad, nadie ha resultado nunca lesionado por un chimpancé. Pero, en este caso, nuestra adrenalina se ha disparado. Los investigadores dicen que, al parecer, los chimpancés notan la diferencia entre hombres y mujeres, y que es menos probable que actúen agresivamente contra aquéllos, aunque un adulto macho podría derribar a un hombre muy fuerte sin grandes dificultades.

Este incidente ocurrió a principios de los años setenta en la reserva de Río Gombe, fundada la década anterior por la behaviorista británica Jane Goodall, como base para el estudio del comportamiento del chimpancé. Paul y yo estábamos empezando un trabajo a largo plazo sobre la biología de las poblaciones de unas mariposas de bosque, en la esperanza de que la presencia de los famosos chimpancés nos brindara cierta protección para el lugar. Encontrar un sitio donde realizar una investigación a largo plazo, en las selvas tropicales, se había convertido en algo cada vez más complicado, porque tales selvas estaban (y aún están) sufriendo un asedio intensivo por parte de las poblaciones en expansión de los países tropicales pobres, y los intereses comerciales de las naciones ricas de las zonas templadas. La mayoría de las reservas africanas se mantienen para proteger a los grandes animales de sabana, como leones, elefantes, jirafas y antílopes. Así que, como ya nos habíamos visto obligados a abandonar un puesto de investigación en la selva tropical de Sudamérica, decidimos hacer un segundo intento en Gombe, Tanzania.

Ni siquiera trabajando catorce horas diarias en numerar mariposas, soltarlas, observar cómo actúan, tomar notas de campo

y tabular datos, es posible ignorar la presencia de los chimpancés (¡y no digamos los babuinos!). Antes de llegar al Gombe, nos resistíamos a imputar caracteres humanos a estos animales, y habíamos determinado contemplarlos con ojos «desapasionados» de científico. Nuestra resolución duró unos diez minutos. Se esfumó en el preciso instante en que un joven chimpancé, asustado, buscó refugio en los brazos de su madre y ésta le tranquilizó precisamente con el tipo de caricias que una madre humana usaría en circunstancias similares.

La esperanza de Jane Goodall es que la observación de estos animales, tan cautivadoramente parecidos al ser humano, arroje alguna luz sobre el comportamiento del *Homo sapiens*. Tanto si esa expectativa se satisface como si no. el comportamiento de los chimpancés es tan fascinante que la mayoría coincidiríamos en que la existencia de chimpancés en estado salvaje es fundamental y vital para el medio ambiente humano. De hecho, nos resultaba irresistible observarlos, lo cual iba en detrimento a veces de nuestra propia investigación.

Mientras estábamos en Gombe, nos produjo una profunda impresión cierto incidente observado por los investigadores. Una hembra desconocida, que llevaba una cría joven, se introdujo en el territorio del grupo local de chimpancés. Los machos del grupo la atacaron, la echaron por los suelos y la pisotearon. El bebé quedó atrapado bajo su madre y resultó gravemente herido. Los machos lo cogieron, lo mataron y se lo fueron pasando de unos a otros, mientras comían cada uno de ellos un trocito del cuerpo. Después, según los observadores, los machos «parecían saber que habían hecho algo malo». Uno de ellos cogió el cuerpo de la cría, lo llevó unas dos millas bosque adentro y lo depositó delante de la puerta del laboratorio de Jane Goodall.

¿Sabían los chimpancés que estaban siendo estudiados? ¿Puede pasar por la mente de un chimpancé el concepto de «ser estudiado»? ¿Se sentían «culpables»? ¿Pensaban que Jane y sus colegas eran una especie de dioses? ¿Fue todo aquello pura

coincidencia o una respuesta a alguna pauta no detectada, facilitada por los propios investigadores? Es bastante difícil interpretar este inquietante incidente.

No obstante, es indiscutible que los chimpancés figuran entre los parientes más próximos al ser humano y que poseen ciertas facultades intelectuales que superan las equivalentes de muchos seres humanos.

Algunos chimpancés pueden realizar ciertos tests de inteligencia mejor que muchas personas. Un chimpancé ha resuelto problemas con cinco niveles de ambigüedad, cuando hay niños y algunos adultos humanos que se quedan perplejos ante tests con sólo tres niveles. Si hay una especie por la que el *Homo sapiens* debería tener empatía, esta *es Pan troglodytes,* el chimpancé. Y sin embargo, están siendo extinguidos.

Jane Goodall viajó por vez primera al Gombe en 1960 para iniciar lo que parecía una misión imposible, ganarse la confianza de los chimpancés con el fin de poder estudiarlos. Cuando llegó, el hábitat forestal de los chimpancés se extendía unos cien kilómetros al Este, desde las orillas del lago Tanganica. Diez años después, Jane había conseguido fama mundial debido a su éxito con los chimpancés. Durante ese mismo período, la explosión demográfica de Tanzania allanó el bosque y estableció granjas en la práctica totalidad de esos cien kilómetros, reduciendo el hábitat del chimpancé al área vigilada de la reserva, una estrecha faja de tierra situada junto al lago, que ocupa una extensión de menos de dos kilómetros desde la orilla hasta la primera línea de montañas que se encuentra en el interior.

El potencial africano para el crecimiento explosivo de la población es enorme. A diferencia de la mayor parte de las áreas pobres del mundo, el África tropical aún no ha recibido el impacto pleno de la tecnología médica occidental. Resultado de ello son unas relativamente altas tasas de defunción, de alrededor de dieciocho fallecimientos al año por mil individuos, concretamente en la población del Este de África, frente a un

trece por mil correspondiente a la zona del sudeste asiático y un nueve por mil en el área tropical sudamericana.

Si los modernos métodos de control de la mortalidad se consolidan en África, como ha ocurrido en otros continentes, se producirá un incremento sustancial en la tasa de crecimiento de la población, que iría desde la presente de un 3% anual, más o menos, hasta casi un 4%, a menos que se produzca una disminución compensatoria en la tasa de nacimientos.

Bajo una presión de población humana tan elevada, es extremadamente difícil que los chimpancés puedan sobrevivir en la naturaleza, así que su destino último es la extinción. Desde luego, no desaparecen debido a la caza indiscriminada, sino porque, como en el Gombe, se destruyen poco a poco los ecosistemas de los que ellos son componentes vivos.

Posiblemente, estos animales sobrevivirán en zoos y laboratorios, al menos durante un tiempo, pero los grupos naturales de chimpancés no durarán mucho. Todo lo que quedará de ellos en un futuro serán las películas y reportajes en los que se les ve protegerse entre sí, ser tolerantes con sus bulliciosos retoños, emplear palitos para extraer alimento oculto en angostas cavidades, defender sus territorios, ayudar a sus heridos[1] y comportarse de ese modo peculiar y característico que evoca de las maneras y costumbres de sus parientes humanos.

¿POR QUÉ PROTEGER LAS ESPECIES EN PELIGRO?

Probablemente algunas personas sensibles se preocuparán y lamentarán la pérdida, pero sólo unos pocos se darán cuenta de que la inminente desaparición de esta notable especie[2] amenazada, no es sólo una tragedia, sino un síntoma de la catástrofe

---

[1] Jane Goodall. «Life and death at Gombe», *National Geographic* 155:592-620, mayo 1979.

[2] Una fuente básica para conocer cuáles son las especies en peligro son los volúmenes del *Red Data Book*, periódicamente renovados y puestos al día por la International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources

planetaria que se avecina. Tras de los chimpancés seguirán los demás elementos vivos de su ecosistema, componentes, todos ellos, de los cruciales sistemas sustentadores de la vida en la Tierra.

Cuatro son los argumentos principales para la preservación de esta especie en la cosmonave Tierra. Uno es la preservación por simple compasión. Este argumento se apoya en la idea de que los demás productos de la evolución también tienen derecho a existir, ya que las necesidades y caprichos de los seres humanos no son la única base que sustenta las decisiones éticas.

Un segundo argumento es que hay que preservar las demás especies por su belleza, su valor simbólico o interés intrínseco, lo cual constituye el argumento de los estetas. El chimpancé, el elefante, los peces multicolores de los arrecifes, las mariposas *Morpho,* de un azul iridiscente, y las plantas de bellas flores o formas extrañas, parecen atraer automáticamente a la mayoría de individuos de la cultura occidental, cuando no a la mayoría de los seres humanos. Y muchas de estas personas, sobre todo biólogos, encuentran belleza en sitios tan inverosímiles como las delicadas escamas de las alas del mosquito transmisor de la malaria, los lunares iridiscentes de una garrapata africana o el delicado esculpido de la «concha» de una diatomea unicelular microscópica.

El tercer argumento es fundamentalmente económico: preservar las ballenas porque se pueden obtener X dólares al año si se explotan sobre la base de un rendimiento continuado y salvar la jungla del Amazonas por el inmenso valor de los alimentos y drogas aún no descubiertos que podrían extraerse de las plantas amazónicas. En resumen, determinadas especies proporcionan beneficios *directos* al *Homo sapiens* y por tal motivo deben ser preservadas.

(IUCN); Volumen 1, *Mamíferos;* Volumen 2, *Aves;* Volumen 3. *Anfibios* y *reptiles,* y Volumen 4. *Peces.* Por lo que respecta a los vegetales existe el volumen, de 1978. *The IUCN Plant Red Data Book,* compilado por Gren Lucas y Hugh Synge. Todos ellos publicados por Morges, Suiza.

Los tres primeros argumentos para la preservación de las demás especies son fácilmente comprensibles, hasta para quienes no los encuentran persuasivos. El cuarto argumento no es tan conocido, ni siquiera suele ser comprendido, pues se refiere a los beneficios *indirectos* para la humanidad. Este argumento se basa en la creencia de que las demás especies son componentes vivos de sistemas ecológicos vitales (ecosistemas) que proporcionan a la humanidad servicios gratuitos indispensables —servicios cuya interrupción sustancial conduciría inevitablemente al colapso de la civilización. Al favorecer la extinción de las especies, ya sea de forma deliberada o por ignorancia, el *Homo sapiens* se ataca a *sí mismo;* amenazando a su propia especie con el exterminio. Tal es el argumento más importante, personificado en la analogía del arrancarremaches del prólogo del presente libro.

Extinciones siempre ha habido

Desde luego, existen argumentos en contra de la preservación de las especies, esgrimidos por quienes no consideran fatal que la humanidad colabore en la desaparición del escenario de otras especies. Quizás el más extendido es el de que la extinción es un proceso evolutivo perfectamente natural, que se ha venido produciendo durante millones de años con o sin la participación humana. ¿Por qué hay que preocuparse si en realidad se está ayudando a la naturaleza a seguir su curso?

Cuando se piensa en la evolución, se tiende a considerar nuevos tipos de seres vivos, producidos a partir de formas antiguas, es decir, en una especie (tipo) que con el tiempo se transforma en otra, o en dos o más especies que evolucionan donde antes sólo había una. Cuando en 1859 Charles Darwin expuso la teoría de la evolución junto a las correspondientes pruebas a su favor, no proponía sólo la selección natural como fuerza directriz del proceso evolutivo, sino que reconocía también la inevitabilidad de la extinción: «...como las nuevas for-

mas se producen lenta y constantemente, a menos que admitamos que el número de formas específicas puede seguir aumentando perpetua y casi indefinidamente, es inevitable que haya grupos que se extingan».[3]

Antes de Darwin, la idea de la extinción ya había sido tratada por varios geólogos y naturalistas; sin embargo, a mediados del siglo XIX, el concepto resultaba escandaloso para la mayoría de personas. Se creía que todo ser vivo había sido diseñado por Dios según una secuencia de complejidad creciente y que las especies aparecieron en un único acto creador, así que la visión «creacionista» del origen de las especies no contemplaba la extinción. No obstante, actualmente parece haberse cerrado el ciclo; no sólo ya no escandaliza la idea de la extinción, sino que se toma el nombre de Darwin en vano cuando se pretende justificar el exterminio de las otras especies a manos del *Homo sapiens.*

Éste es el caso, por ejemplo, de un tal Witchell, asesor de relaciones públicas financieras y corporativas, que publicó un artículo en el New York Times (3 mayo, 1974), titulado «Give Me the Old-Time Darwin». El mensaje del artículo de Witchell proponía que ya que Darwin demostró que la extinción de las especies es connatural al proceso evolutivo, no existía razón para preocuparse por la desaparición de las especies: «Los darwinistas nos explican que las especies llegan y se van, que así es como experimenta la naturaleza con la vida. Los experimentos que triunfan sobreviven durante un tiempo; los fracasos desaparecen sin detrimento para nadie.»

Es evidente que quienes esgrimen este tipo de argumentos pasan por alto un dato importante, y es que la humanidad ya ha elevado la *tasa* de extinción de especies muy por encima de las tasas históricas de aparición de las mismas. Las especies desaparecen ahora mucho más deprisa de lo que aparecen, y la tasa

---

[3] *El origen de las especies.* 1ª edición, pág. 109. Una buena y breve introducción para todos los públicos es la obra de Frank H. T. Rhodes, *Evolution,* Golden Press, Nueva York, 1974, en la que se incluye de forma simple y precisa, una gran cantidad de información.

de desaparición promete seguir aumentando vertiginosamente. La afirmación anterior recuerda la de aquel hombre que, al ver como el agua escapaba por unas grietas cada vez más anchas del muro de una gran presa, decía a las gentes que vivían río abajo, «no hay por qué preocuparse, después de todo, el agua siempre ha salido por el sobradero».

Se ha calculado que la tasa de extinción de especies de aves y mamíferos entre 1600 y 1975 ha sido entre cinco y cincuenta veces más elevada que la habida a lo largo de la mayoría de los eones de nuestro pasado evolutivo. Además, en las últimas décadas del siglo XX, se prevé que esa tasa aumente unas cuarenta a cuatrocientas veces más de «lo normal».[4] Para comprender el significado de estos cálculos, se deberían poseer ciertos conocimientos sobre qué son las especies, cómo han llegado a ser y cómo han desaparecido — un tema que se comentará en el capítulo siguiente.

¿Quién echa de menos a los dinosaurios?

Una posible respuesta a la advertencia de que la extinción está dejando atrás la formación de especies es que, después de todo, los dinosaurios se extinguieron y la humanidad no sufrió pérdida alguna. En realidad, cuando la discusión se desvía hacia la extinción, suele hacerlo también hacia los dinosaurios. Un economista comentó en cierta ocasión que cualquier cosa podía conseguirse por una cierta cantidad de dinero. Nos desafió a que le dijéramos algo que no se pudiera obtener si se está dispuesto a pagar lo suficiente por ello. Le respondimos: «un *Tyrannosaurus rex*». Después de declarar (incorrectamente) que, con suficiente tiempo y dinero podría llegar a obtenerse uno de los dinosaurios carnívoros gigantes, comentó que los dinosaurios, al fin y al cabo no tenían ningún valor ya que se extinguieron y nadie los echó de menos. Este argumento se

[4] Las estimas son de P. R. Ehrlich, A. H. Ehrlich y J. P. Holdren. *Ecoscience: Population, Resources, Environment,* W. H. Freeman, San Francisco, 1977. p. 142.

toma como punto de partida para no tener en cuenta el proceso de extinción de las especies actuales.

No obstante, esta línea de razonamiento no es nada convincente. Primero, en cierto sentido, los dinosaurios no se extinguieron del todo. El grupo que incluía los dinosaurios, los «reptiles iniciales» poseen actualmente representantes vivos,[5] como, por ejemplo los cocodrilos y aligátores. No se conoce muy bien el papel que los cocodrilos desempeñan en los ecosistemas de las marismas y estuarios, pero es posible que su importancia sea capital. Los aligátores, por ejemplo, son elementos fundamentales del ecosistema de las zonas inundadas de los Everglades de Florida. Con la cola, excavan agujeros de 3 a 30 metros de ancho que permiten recoger agua durante la estación seca. Estos «hoyos de aligátor» llenos de agua permiten sobrevivir a una gran variedad de organismos acuáticos y semiacuáticos, como plancton, peces, ranas, tortugas y aligátores, hasta que la estación de las lluvias inunda de nuevo los Everglades.[6]

Un grupo aún más importante de parientes de los dinosaurios son las aves, descendientes directas de los dinosaurios. De hecho, hay científicos que consideran estas aves como dinosaurios vivos. Seguramente, se habría echado de menos a las

---

[5] Los cocodrilos son representantes de los reptiles arcosaurios, grupo al que pertenecieron también las dos clases de dinosaurios (Saurischia y Ornithischia) que no presentaban, tal vez, más parecido o parentesco entre sí que con los cocodrilos. Los pterosaurios, que a menudo también son considerados popularmente como dinosaurios, constituyen un tercer grupo de arcosaurios. Algunos científicos piensan, sin embargo, que los dos grupos de dinosaurios presentan muchas similitudes y de existir actualmente serían de sangre caliente. Por otro lado, las aves, descendientes de los Saurischia, podrían ser incluidas, junto con los propios Saurischia y Ornithischia, en la clase Dinosauria (R. T. Bakker y P. M. Galton, «Dinosaur monophyly and a new class of vertebrates», *Nature* 248:165-172, 1974).

[6] J. Harte y R. H. Sokolow, «The Everglades: Wilderness versus rampant land development in South Florida», in Harte and Sokolow, *Patient Earth*, Holt, Rinchart and Winston, Nueva York, 1971.

aves de haber desaparecido sus progenitores sin dejar descendencia, tal como ocurrió a otros tipos de dinosaurios. El coronel Sanders no habría llegado nunca a rico, innumerables grupos de seres humanos no habrían podido acicalarse con plumas, las almohadas tendrían que haberse rellenado de paja hasta que alguien inventara la goma espuma, la observación de aves no podría entretener a millones de aficionados, y los poetas se habrían visto privados de una rica fuente de material para describir cantos y gráciles vuelos. Además, sin el ejemplo de las aves, los aeroplanos nunca se habrían inventado. Y mucho más grave, los insectos —en gran medida los más importantes depredadores y competidores del *Homo sapiens*— probablemente habrían aumentado su población con gran éxito. Realmente, hay que reconocer que la vida sin las aves habría sido muchísimo más rigurosa para el ser humano en un mundo dominado por los insectos, en el cual, la revolución agrícola, y en consecuencia, el desarrollo de la civilización, habría resultado imposible.[7]

Desde un enfoque estético, es lamentable la desaparición de los dinosaurios, ya que resultaría emocionante si en un parque nacional pudieran contemplarse los enormes y torpes brontosaurios, con sus cuarenta o cincuenta toneladas pastando por el campo, o una manada de ceratópsidos, o dinosaurios cornudos, vagando cual rinocerontes con tres cuernos gigantes. Con un poco de suerte, incluso se podría llegar a ver en algún pasto una pelea de ese poderoso depredador *Tyrannosaurus*, o ver planear un gigantesco pterosaurio con una envergadura de doce metros (el animal más grande que haya surcado nunca el aire). Ningún ser humano ha contemplado jamás esos fascinantes animales, pues desaparecieron 50 millones de años antes de

[7] Por supuesto que es imposible señalar las consecuencias que hubiera podido tener la no evolución de un grupo completo de organismos. En ausencia de aves, por ejemplo, los murciélagos podrían haber desarrollado costumbres diurnas y aprehendido la función de las aves insectívoras. Lo que sí es cierto es que sin las aves la historia evolutiva habría sido bastante distinta y no puede decirse a ciencia cierta si la humanidad habría aparecido en escena.

que surgiera algo lejanamente parecido al *Homo sapiens*. Y, sin embargo, nadie parece preocuparse por ello.

Ahora bien, el que nadie eche de menos a los dinosaurios es sólo una cuestión menor. Ya que los dinosaurios se extinguieron en un momento en que los procesos evolutivos eran capaces de sustituirlos por mamíferos. Los enormes dinosaurios herbívoros fueron finalmente reemplazados por mamíferos herbívoros como el ciervo, el antílope, la oveja, la cabra, el búfalo y la vaca, algunos de los cuales han sido domesticados por el ser humano. Los grandes dinosaurios carnívoros, como el *Tyrannosaurus*, fueron sustituidos por miembros de la familia del pato, el perro y el oso.

Por otra parte, si los dinosaurios se hubieran extinguido y los mamíferos no hubieran evolucionado para desempeñar el papel que aquéllos representaban, el mundo habría sido realmente muy distinto ya que, al ser mamíferos, desde luego no habría existido la humanidad. En tal caso, la razón principal para *no* echar de menos ni a los dinosaurios ni a otros grupos de organismos extintos hace tanto tiempo, es que otros organismos evolucionaron para sustituirlos.

Las extinciones que se producen actualmente y que se espera se produzcan en el futuro, probablemente tendrán consecuencias mucho más graves que las que acontecieron en un pasado remoto. En primer lugar, a menos que se haga algo al respecto, las extinciones contemporáneas provocan una pérdida de especies en una proporción mayor de la diversidad biológica que existe en el mundo, que la perdida en las extinciones anteriores. Además, las mismas actividades humanas, que son las causantes de la extinción actual, están empezando a bloquear los procesos regenerativos de esa diversidad. Es prácticamente imposible que grupos enteros de organismos logren sustituir tales pérdidas, si se diezma la flora y la fauna de la Tierra.

¿Echaríamos de menos el pez babosa?

Todo el mundo debería estar preocupado por el creciente desequilibrio entre la tasa de extinción y la de creación de especies, pero, ¿quiere ello decir que esta preocupación debería hacerse extensiva a *todas* las especies? ¿Tenía algún valor, por ejemplo, el pez babosa para los conservacionistas? ¿No fue una extravagancia tratar de frenar la presa de Tellico, en Tennessee, un proyecto de construcción valorado en muchos millones de dólares, todo porque se destruiría un insignificante pez que ni siquiera conocen la mayoría de los ictiólogos?

Aunque la presa de Tellico no hubiera resultado totalmente inútil (los miembros de una distinguida comisión del Gabinete decidieron que lo era) y, aunque no hubiera amenazado otros valores, debería haberse frenado *precisamente* porque resultaba una amenaza para el pez babosa. Existe un argumento muy convincente en torno a esta acción, y es que *en algún momento tiene que iniciarse el proceso de preservación de las especies.*

Si el valor de cada especie o población amenazada se ha de comparar, uno a uno, con el valor del programa de desarrollo particular que va a exterminarlos, de las plantas, animales y microorganismos de la Tierra ya no existirían. Desde luego, la presa X podrá suministrar energía para la iluminación de cincuenta mil personas; la autovía Y permitirá abreviar en veinte minutos la conducción entre Jonesville y Smith City; la Sunny Acres Apartments, proporcionará viviendas dignas a dos mil personas condenadas ahora a vivir en un tugurio; la mina Z creará doscientos cincuenta nuevos puestos de trabajo, así que, ¿cómo puede organismo alguno entrar en competición con semejantes argumentos?

En una sociedad superdesarrollada como la de Estados Unidos, se pueden plantear problemas y alternativas a todos y cada uno de esos proyectos, por más valiosos que puedan parecer. Por ejemplo, ¿hasta qué punto es crítico el ahorro de veinte minutos entre Smith City y Jonesville? ¿No se podría conseguir el mismo, o casi el mismo, resultado mejorando alguna autopista ya existente, y a un coste más reducido? ¿No se podrían

construir nuevos apartamentos remodelando correctamente los barrios bajos? ¿No existe una manera menos destructiva de proporcionar trabajo que la apertura de una nueva mina? ¿No puede obtenerse el mineral de minas ya existentes? ¿Es verdaderamente necesaria la electricidad de la presa en una nación que derrocha cantidades enormes de energía, como es el caso de Estados Unidos?

Gran número de los proyectos de desarrollo existentes proporcionan beneficios a corto plazo para unos pocos, y traspasan los costos a largo plazo a toda la sociedad, como han constatado con suficiente claridad los estudios de impacto ambiental. En Estados Unidos, el «desarrollo» se consideraba, hasta hace muy poco, enteramente beneficioso. Sin embargo, en la década de los setenta, esta visión ha sido cada vez más combatida debido a la proliferación de conflictos sobre el uso del suelo, los derechos del agua y los valores ambientales. Asimismo, la necesidad de conservar las especies amenazadas se ha convertido últimamente en un valor conflictivo, lo cual es un valor más importante. Se debe tener en cuenta que la tasa a que las poblaciones y especies están siendo erradicadas ha superado el límite en que una sociedad como la norteamericana funcionaría mejor prescindiendo incluso de los proyectos más «necesarios», si éstos no se pueden llevar a cabo sin aumentar el número de extinciones.

La elección, como se verá más adelante, será muy ardua y casi siempre difícil de plantear. En muchos casos, las especies y poblaciones resultan dañadas por actividades realizadas lejos de sus hábitats. Por ejemplo, una nueva planta de energía térmica en el centro de Indiana puede incrementar la lluvia ácida que está exterminando las poblaciones de trucha en Maine. Contra el sistema de valores de una sociedad occidental orientada hacia el desarrollo, la defensa de los organismos amenazados sobre la base de uno a uno, sitio a sitio, será muy laboriosa, incluso cuando las conexiones sean claras. A la larga, la partida está perdida ya que siempre habrá una presa de Tellico para cada población y especie de organismo no humano, y

siempre existirán desarrollistas, políticos e incluso ciudadanos de a pie que defiendan que los valores económicos a corto plazo deben prevalecer sobre el resto. No comprenden que su propio destino está ligado al de todos los peces babosa que existen en el planeta, ni son conscientes de cuánto echarían de menos a esos pequeños peces.

¿Existen organismos a los que no se echaría en falta?

Sin duda alguna, no toda matanza de miembros de otra especie en el pasado o en el presente es perjudicial, incluso prescindiendo de la idea de que el *Homo sapiens* no es el centro del mundo. Desde la época de Darwin, los biólogos han reconocido que el éxito de unas especies se paga normalmente con la reducción en el tamaño de la población o con la extinción de otras. Por ejemplo, es perfectamente natural que el ser humano trate de controlar, o incluso llevar a la extinción, a poblaciones o especies que le atacan o que son una amenaza para sus recursos.

Si, pongamos por caso, se encontrara una manera mágica de exterminar al mosquito *Anopheles* —transmisor de la enfermedad humana más importante, la malaria— el hallazgo sería muy positivo. No obstante, los ecólogos advertirían que dicha extinción entraña una ligera posibilidad de que los cambios que inevitablemente se introducirían en los ecosistemas de la Tierra, hicieran de ésta un lugar menos habitable para la humanidad, ocasionando peores sufrimientos que los que infligía antes la malaria. Y algunos demógrafos advertirían de que un repentino descenso de la tasa de fallecimientos humanos en algunos países en desarrollo podría conllevar una aceleración del crecimiento de la población, exacerbando los problemas sociales y económicos, ya suficientemente graves.

Ahora bien, no todo es siempre tan sencillo, ya que no existen mecanismos mágicos para eliminar selectivamente una especie —sobre todo una plaga de insectos— de la dotación de seres vivos de la Tierra, y la mayoría de las técnicas que se

emplean para controlar a depredadores y competidores han demostrado ser armas de doble filo.

Incluso cuando las cosas parecen sencillas a primera vista, una investigación minuciosa revela complejidades muy desagradables. En ciertas partes de África, los elefantes se han convertido en una plaga peligrosa que destruye las cosechas de los pobres, hambrientos y esforzados africanos, produciéndoles en ocasiones la muerte. Por el momento, se ha optado por la solución de compromiso temporal de trasladar los elefantes a otros lugares, o incluso de darles caza. Sin embargo, África no corre el peligro de agotar ni los elefantes ni los lugares donde poder trasladarlos.

La destrucción de tan corpulentos animales sería relativamente sencilla y ésta es, de hecho, una de las razones por las que el elefante está en peligro. Una objeción a este punto puede ser que la futura prosperidad económica de extensas áreas africanas no se maximizaría dedicando todo el terreno utilizable a la agricultura de subsistencia. Las futuras generaciones africanas estarían, sin duda, mejor asistidas si se conservaran algunas de esas áreas como potenciales mecas turísticas, en las que los elefantes resultarían el centro de atracción.

El conflicto básico proviene en realidad del desarrollo de las poblaciones humanas, que usurpan de manera creciente el hábitat de los elefantes. En este caso, como en otros muchos, a la larga sería más beneficioso para los africanos controlar el crecimiento y la expansión de la población humana, que dedicarse a exterminar elefantes. Sin elefantes, la población podría crecer durante unos pocos años más, pero acabaría agotando la tierra cultivable y la naturaleza se encargaría luego de frenar el crecimiento demográfico. Sin embargo, los líderes africanos están inmersos en procesos de toma de decisiones a corto plazo, al igual que los políticos americanos. Ahora bien, desde un punto de vista ético más amplio, se puede abogar por que las manadas de estos gigantes e inteligentes animales sean protegidas por encima de cualquier otro valor.

Hasta dónde se deben afrontar estos problemas desde una posición fuertemente antropocéntrica, es, sin duda, un tema sobre el que seguirán disintiendo muchas personas. Durante muchos millones de años, el único punto de vista posible y evidente para el *Homo sapiens* era el antropocéntrico. Asimismo, para los habitantes de las ciudades industriales de la actualidad, rodeados de objetos de factura humana y apoyados en lo que parece ser un sistema completamente artificial, es muy fácil creer que el ser humano es ajeno a la naturaleza y que no depende de ella. Las religiones han reforzado esta idea al enseñar que el dominio sobre la Tierra y demás cosas vivas es un derecho que Dios ha otorgado a la humanidad.

Quizá la mejor manera de minar el chauvinismo humano en las naciones industrializadas sea organizar programas intensivos de educación, para familiarizar a todas las personas, especialmente a los niños, con nuestros compañeros de viaje de la cosmonave Tierra; no sólo que aprendan a valorarlos por su belleza o interés intrínseco, sino a comprender que *son necesarios* para la vida y que necesitan nuestra protección para sobrevivir. Los programas de televisión sobre el mundo animado han contribuido en gran medida a difundir esta idea, aunque no pueden sustituir la experiencia personal. Por ejemplo, los arrecifes podrían brindar una introducción idónea a la belleza y fascinación de organismos relativamente ignotos, a sus intrincadas relaciones y a su importancia para la humanidad. Además, tal apreciación del ecosistema de los arrecifes podría conducir a la valoración del verdadero problema de la destrucción progresiva de los recursos biológicos de la Tierra.

LOS ARRECIFES DE CORAL

A modo de introducción en el tema de los arrecifes coralinos podría tomarse como ejemplo la cara exterior del Arrecife de la Gran Barrera, en un punto cerca de Lizard island, en el extremo norte del arrecife. Allí, un fantástico jardín de corales

señala el lado de mar de un lugar que contiene literalmente miles de especies de peces de arrecife diferentes. Escuadrones de grandes peces papagayo nadan elegantemente por el talud exterior, limpiando las cabezas de coral con sus dientes a modo de pico, comiendo las partes vivas y excretando nubes de residuos calizos blancos. Se mueven por los arrecifes como segadoras dejando tras de sí arena blanca purificada. Bancos de grandes carángidos flotan sobre el abismo, y si se otean talud abajo hacia el mar de Coral, de kilométrica profundidad, es posible entrever, ocasionalmente, la silueta de un gran tiburón oceánico. Ambos, carángidos y tiburón son carnívoros que se alimentan de peces más pequeños.

El mejor lugar para disfrutar de la diversidad de los seres vivos y observar sus relaciones son los arrecifes más superficiales. En esta zona ha sido posible estudiar veinticinco especies de peces mariposa, uno de los más bellos habitantes de los arrecifes. Estos peces son completamente planos, como los escalares que aparecen con frecuencia en los acuarios, y están vivamente coloreados de blanco, negro, dorado, azul, anaranjado o amarillo.[8]

Los peces mariposa no se alimentan todos por un igual. Unas especies comen ciertos tipos de coral mientras que otras buscan pequeños invertebrados por los corales o por la arena. En un estudio más reciente en Lizard Island, nuestros colegas y nosotros mismos observamos de qué manera ordenada se reemplazan entre sí las especies con estilos de vida parecidos (competidores en potencia) en diferentes sitios. Por ejemplo, tres especies que se alimentan de corales duros en las aguas cristalinas próximas a la Barrera exterior, son sustituidas por

[8] Para los resultados del trabajo llevado a cabo sobre el significado de los colores en este tipo de peces, véase P. R. Ehrlich. T H Talbot. B. C. Russell y G R. V. Anderson, «The behaviour of chaetodontid fishes with special reference to Lorenz's "poster coloration" hypothesis», *Journal of Zoology*. Londres 183:213. 1977.

otros dos devorados de coral en las lóbregas aguas de los arrecifes cercanos a la playa de Queensland[9]. El ignoto mundo viviente de los arrecifes no sólo es bello y diverso, sino que además posee una compleja organización que un profano que visitara esta «aula» sumergida no observaría a primera vista. Así pues, aunque en apariencia sean muy similares, dos especies suelen funcionar de forma muy distinta en los ecosistemas; si una se extingue, la otra puede ser incapaz de sustituirla en sus funciones.

Incluso para un biólogo experimentado, la fauna ictiológica de una zona como Lizard Island presenta una sucesión diaria de lecciones de ecología. Toda la superficie del arrecife está plagada de pequeños peces señorita, cada uno de los cuales defiende un pequeño territorio alimentándose, principalmente, de las plantas que allí crecen. Por encima del arrecife, otros peces señorita se alimentan del flujo constante de plancton —diminutas plantas y animales suspendidos en el agua— arrastrado hacia los arrecifes. Ambos grupos están emparentados entre sí, y cada uno se ha especializado en una fuente distinta de alimento.

En tubos, en el arrecife, viven los bienios dientes de sable, cuya forma es, más o menos, la de un dedo índice, pero de doble longitud. Son depredadores «a la carrera», es decir, si acierta a pasar un pez grande e indolente, uno de estos bienios sale de su tubo como una bala, da un mordisco al pez transeúnte y desaparece en su agujero a tal velocidad que la maniobra entera es un visto y no visto. La víctima simplemente se estremece y sigue su camino. La abundancia de estos bienios viene determinada por la abundancia de agujeros adecuados, así que la escasez de recursos (agujeros) puede limitar el tamaño de la población.

---

[9] G. Anderson. A. Ehrlich. P. Ehrlich. J Rougharden, B Russel y F Talbot. «The community structure of coral reef fishes», en la revista *American Naturalist.*

En ciertos puntos del arrecife, se han asentado los lábridos «limpiadores», de unos diez centímetros de largo y cuerpo brillantemente coloreado. Asimismo, pueden observarse otros muchos peces de arrecife alineados cual motoristas en la gasolinera, esperando su turno de aseo. Cuando les llega la vez, cada cliente adopta una «pose de aseo» característica y entra en estado de aparente abotargamiento, mientras el lábrido le da un repaso, eliminando meticulosamente los parásitos de la piel, agallas e interior de la cavidad bucal. Una de las maravillas de la naturaleza es ver a estos pececillos introducirse en la boca de un gran depredador y picotear, con absoluta seguridad, los parásitos situados entre esa especie de daga que tienen por dientes. Así pues, la evolución puede dar lugar a asociaciones y comportamientos insospechados.

También pueden observarse las actividades del timador del arrecife, un falso limpiador. Ciertos blénidos, parientes del depredador «a la carrera», han desarrollado una coloración virtualmente idéntica a la del lábrido limpiador así como un comportamiento acorde. Se anuncian como limpiadores, pero cuando un pez incauto llega y adopta la postura de limpieza, el imitador simplemente le propina un bocado y procede a masticarlo sin ninguna contemplación. La víctima parece incapaz de lanzarse al ataque de un pez con librea de limpiador.

Toda esta fascinante y diversa fauna piscícola del arrecife coralino no es más que una parte de la historia del arrecife animado. La propia estructura del arrecife es el resultado de la actividad de diminutos animales coralarios en cuyo interior viven algas simbiontes que, como si de plantas verdes se tratara realizan la fotosíntesis. Los arrecifes gigantes —de tamaño muy superior al de las estructuras de factura humana— son producto de la actividad de esos diminutos animales coloniales y de las algas, concretamente, son sus esqueletos calizos, depositados desde tiempo inmemorial. Así pues, los organismos diminutos, si disponen de tiempo suficiente, pueden crear estructuras geológicas muy importantes.

Los restantes animales del arrecife, incluidas las miríadas de crustáceos, gusanos, moluscos y demás animales invertebrados, son, en muchos aspectos, tan fascinantes como la fauna ictiológica, aunque no siempre tan maravillosos de contemplar. Se podría aprender mucho de todos ellos, si se observan de forma adecuada.

Los réditos económicos que el arrecife proporciona al *Homo sapiens* también son múltiples. Los peces de arrecife suponen un importante suplemento de proteínas en la dieta de muchos habitantes de las áreas tropicales, y en algunas islas constituyen la principal fuente de alimento. Por si fuera poco, el ecosistema de los arrecifes es un recurso estético de gran importancia para el sector turístico de muchos países tropicales y para la naciente industria recreativa del escafandrismo. Todo el complejo arrecifeño es un foco de elevada productividad dentro de los ecosistemas de los mares tropicales, pero, por lo demás son relativamente improductivos. Su destrucción acarrearía una inevitable cascada de efectos sobre las especies piscícolas de todos los océanos tropicales, además de suponer una amenaza para las playas y puertos, que quedarían a merced de las olas y de la erosión. También se ha sugerido que los arrecifes están involucrados en la regulación del contenido de sal de los océanos. Los arrecifes forman enormes lagunas de evaporación entre ellos mismos y las playas tropicales,[10] así que las cosas que son bonitas y educativas pueden tener, además, interés económico.

El *Homo sapiens*, por desgracia, amenaza con destruir el mundo de los arrecifes coralinos (de hecho, en muchos sitios la destrucción está ya muy avanzada). Si dicha destrucción se consuma, es seguro que muchos seres humanos padecerán más hambre, y seguramente se habrán perdido importantes recursos biológicos. La pérdida del sistema de los arrecifes y de las especies que lo componen será mucho más grave que la pérdida

[10] J. E. Lovelock. *Gaia: A New Look at Life on Earth*. Oxford University Press. Nueva York. 1978. págs. 97-98.

de los dinosaurios gigantes, porque es muy posible que nada evolucione para reemplazar el ecosistema arrecifeño. Ciertamente, nada podrá reemplazarlo a la escala temporal que interesa a la humanidad.

2. EL ORIGEN DE LAS ESPECIES Y SU EXTINCIÓN

Cuando embarqué en el «H M.S Beagle» como naturalista, estaba muy impresionado con ciertos hechos de la distribución de las poblaciones que vivían en Sudamérica y de las relaciones geológicas entre los habitantes actuales y pasados de ese continente. Estos hechos me parecían que arrojaban cierta luz sobre el origen de las especies, ese misterio de misterios, como lo ha llamado uno de nuestros más grandes filósofos.

CHARLES DARWIN
El origen de las especies

Las especies vivas de hoy, recordémoslo, son el producto final de veinte millones de siglos de evolución, y nada podrá hacerse cuando las especies lleguen a su fin, cuando haya muerto la última pareja.

SIR PETER SCOTT
Durante la Conference on Breeding Endangered Species de 1972

Para apreciar perfectamente cómo las especies de otros organismos proporcionan a la humanidad placeres, valores económicos y otros servicios esenciales para la vida, es necesario comprender un poco mejor su naturaleza, los procesos de su creación y las pautas prehistóricas de extinción. Tal conocimiento es también fundamental para apreciar cómo las especies resultan amenazadas y de qué opciones se disponen para corregir el desequilibrio entre las tasas de origen y extinción de especies.

El término *especie* o *tipo* es, sin embargo, difícil de definir con precisión. Las especies son diferentes tipos de plantas, animales y microorganismos. Todo biólogo entiende, más o menos, estos términos, pero no hay común acuerdo a la hora de

dar una definición exacta. La mayoría están de acuerdo en que si dos grupos de organismos, visiblemente diferentes aunque similares, viven juntos y dan signos de poco o ningún entrecruzamiento, deben ser considerados especies independientes.

Los perros y los zorros son especies independientes porque nunca se ha encontrado un híbrido de perro y zorro. El roble del interior de California y el roble negro californiano son especies distintas, aunque formarían híbridos. Suele discutirse a menudo acerca de si los animales o plantas con un parecido más o menos grande, pero que nunca se encuentran juntos —como, por ejemplo, el oso pardo europeo y el oso gris o grizzly americano— deberían ser considerados una misma especie. Estas discusiones han sido tratadas en la literatura científica,[11] pero no forma parte del tema que nos ocupa.

Aunque la ciencia conociera a la perfección todos los organismos de nuestro planeta, todavía existiría desacuerdo en el número de especies que representan. Sin embargo, los biólogos coinciden de seguro en que existen muchas especies aún no descubiertas y formalmente clasificadas. Por estas razones, la pregunta «¿Cuántas especies existen?» sólo puede ser respondida dentro de un orden de magnitud con la cifra de dos a veinte millones. Cerca de un millón y medio están descritas y tienen adjudicado nombre científico.

---

[11] Para un tratamiento convencional de la definición de especie véase el clásico texto *Populations. Species and Evolution,* de un destacado evolucionista, Ernst Mayr (Harvard University Press. Cambridge. 1970). Existe una traducción castellana con el título *Especies Animales y Evolución,* editada por Ariel. Por otro lado, un punto de vista más heterodoxo puede verse en P. R. Ehrlich «Has the biological species concept outlived its usefulness?» *Systematic Zoology* 10.167-176, 1961; y P. R Ehrlich y R. H. Haven, «Differentiation of Populations». *Science* 165:1228-1232. 1969. Nótese que las diferencias de puntos de vista expresadas en estas publicaciones se refieren a detalles del proceso evolutivo y a la clasificación de los productos de dicha evolución. Tales diferencias son, hoy día, falsamente presentadas en las formulaciones antievolucionistas como puntos débiles de la teoría de la evolución. No hay tal cosa. La explicación de la evolución en éste y en capítulos posteriores es, necesariamente, simplificada.

Se cree que la inmensa mayoría de las especies, sobre todo las no descritas, habitan en los trópicos, concretamente en la selva tropical. A pesar de su escasísima extensión, es probable que los trópicos den cobijo, como mínimo, al doble de especies que las zonas templadas. Sólo en la cuenca del Amazonas puede que vivan casi un millón de especies. No es sorprendente que la mayoría de los organismos más grandes del mundo ya estén catalogados por la ciencia, por ejemplo, peces (unas 20.000 especies), anfibios (unas 2.600), reptiles (6.500), aves (8.600), mamíferos (4.100) y plantas superiores (250.000). Las especies aún por descubrir pertenecen a grupos como los insectos, los ácaros y los nematodos. Por ejemplo, en el año 1975, se describieron y recibieron nombre 786 especies desconocidas («nuevas») de mariposas, a sumar al cerca de un millón de otras especies que ya habían recibido denominación científica.[12]

Incluso en Estados Unidos y en Europa se están descubriendo continuamente nuevas especies de organismos desconocidos. En los grupos más llamativos, como el de las mariposas, los descubrimientos de especies antes desconocidas en las zonas templadas están en gran parte restringidos a las llamadas

---

[12] Cuando una especie es descrita y denominada formalmente por un taxonomista en una publicación, el nombre que se le otorga ha de ser latinizado y presentar una determinada forma. Por ejemplo, el perro fue llamado *Canis familiaris,* en 1758, por el gran taxonomista sueco. Linné. Linné fue el fundador de la nomenclatura *binomial* (dos nombres) para las especies. Cada especie tiene un nombre que consta de dos partes, un nombre genérico *(Canis)* y un nombre específico *(familiaris)*. El nombre de la especie humana es *Homo sapiens* lo que quiere decir que el hombre pertenece al género *Homo*.
Cada género pertenece a una familia, el nombre de la cual, tratándose de animales, se forma con la desinencia *-idae* añadida a la raíz del nombre de un género de la familia. El perro pertenece a la familia Canidae (perros, lobos, zorros, etc.). A su vez la familia Canidae pertenece al orden Carnívora, que también incluye la familia del gato. Felidae, la familia del oso, Ursidae y otras. El orden Carnívora, a su vez, pertenece a la clase de los Mammalia (mamíferos) junto con el orden de los Primates, el orden Rodentia (roedores) y otros quince. La clase Mammalia pertenece al phylum Chordata (vertebrados y sus parientes próximos), el cual es uno de los diversos phyla del Reino Animal (el de los animales). Todos los organismos pueden ser colocados, de forma similar, en el esquema jerárquico de la clasificación científica.

especies gemelas, dos tipos distintos tan similares que durante mucho tiempo se consideraron una sola especie. Cuando en 1959 Paul y otros colegas encontraron una especie nueva y bellísima de una pequeña mariposa notablemente diferente, en Sandia Mountains, Nuevo México, hacía unos cincuenta años que no se realizaba un descubrimiento de este tipo en Estados Unidos.[13] De todos modos, aunque el número de especies por descubrir y describir sea inmenso, los científicos tienen una idea muy clara de aproximadamente cuántas pueden ser y dónde descubrirlas.

Un problema fundamental es el contraste entre las tasas de formación y extinción de especies. Aunque la mayor parte de este libro trata de las causas y la prevención de las *extinciones* prematuras, se requiere cierto conocimiento acerca del proceso evolutivo de la *formación* de especies para comprender correctamente la situación. Después de todo, podría considerarse que, si las actividades humanas pueden acelerar la desaparición de especies, también el ser humano puede intervenir en el otro miembro de la ecuación e incrementar la tasa de formación de las mismas, manteniendo de ese modo la diversidad del mundo natural.

EVOLUCIÓN

Existen dos procesos principales en la evolución orgánica. El primero afecta al cambio paulatino dentro de una línea individual de descendencia. Un ejemplo de cambio a corto plazo en una línea individual sería la adquisición de resistencia a un pesticida en una población de mosquitos al cabo de un período de, por ejemplo, diez generaciones (la generación de un mosquito puede durar menos de dos semanas). Cambios evolutivos de esta índole se han observado en muchas plagas de insectos

[13] P. R. Ehrlich y H. K Clench, «A new subgenus and species of *Callophrys* (s.l.) from the southwestern United States (Lepidoptera: Lycaenidae), *Entomológical News* 71:137-141, 1960.

en décadas anteriores. Un año, la población del insecto es muy sensible al pesticida, y casi todos mueren a dosis relativamente bajas. Un año después, más o menos, los descendientes de la misma población se sirven del insecticida como aperitivo y continúan alimentándose con la cosecha que se trataba de proteger, o chupando la sangre humana. Estos insectos han pasado, en relativamente pocas generaciones, de ser organismos sensibles al insecticida a ser resistentes a él.

Otro ejemplo de evolución dentro de una línea individual, detectable no en un año, sino en un período de millones de años, fue la transformación gradual de una criatura simiesca conocida como *Australopithecus* hasta llegar a ser el ser humano actual *Australopithecus* era una criatura completamente erecta, utilizaba herramientas y habitaba en las llanuras africanas. Los descendientes de este «mono-hombre» adquirieron poco a poco un cerebro mayor y unas culturas más complejas, evolucionando hasta el estadio conocido como *Homo erectus*, que incluye al hombre de Java y al de Pekín, entre otros. El proceso continuó y *Homo erectus* devino paulatinamente en *Homo sapiens*, el representante actual de la línea humana.[14] En ambos casos, ser humano y mosquito, una clase de animales al fin y al cabo, se transformó con el tiempo en otra distinta.

La *especiación* es el segundo proceso evolutivo importante, y da cuenta de la grandísima diversidad de los organismos. La especiación transforma un tipo de organismos en dos o más tipos nuevos. Por ejemplo, durante el Triásico, hace unos 200 millones de años, cuando los dinosaurios dominaban las tierras emergidas, un grupo de reptiles empezó a sufrir una transformación. La serie normal de dientes laterales reptilianos —cuyas piezas eran todas sencillas y básicamente idénticas— empezaron a cambiar hacia una serie diferenciada de molares y premolares complejos. Las escamas planas, características de

[14] La descripción del linaje humano está muy simplificada, aunque algunos biólogos ponen en duda la existencia de una línea directa desde los australopitecos al *H. sapiens* pasando por el *H. erectus*.

la mayoría de los reptiles, empezaron a convertirse en unos objetos finos que ahora se conocen como pelos, y los animales en evolución empezaron a cuidar de sus crías y a producir un fluido blanquecino, nutritivo, conocido como leche, con el que alimentaban a dichas crías. Estos y otros cambios no se produjeron de una vez; de hecho, la secuencia exacta no está muy clara en el registro fósil, pero estos reptiles iban en camino de convertirse en mamíferos.

Durante un largo período de tiempo —mucho más de 100 millones de años— los mamíferos fueron un grupo de animales pequeños, que vivían aterrorizados por los dinosaurios carnívoros que los depredaban a la puesta del sol de aquellos remotos días. Pero, al final del Mesozoico, hace unos 65 millones de años, los dinosaurios desaparecieron de repente. Había llegado la era de los mamíferos, y las comparativamente pocas especies de oscuros ancestros del ser humano proliferaron hasta formar ese grupo representado actualmente por más de 4.000 especies, que incluye formas tan diversas como el canguro, el oposum, la ballena, el oso y el cerdo hormiguero, el murciélago, la foca, el perro, el tigre, el oso, la mofeta, el armadillo, el caballo, el antílope, el ciervo, la cabra, la vaca, el ratón, el conejo, el ornitorrinco, el gorila y el ser humano.

Este proceso no sólo conllevó cambios en una línea individual, sino también, evidentemente, en la división de líneas, es decir, la *especiación.* Los mecanismos exactos de la especiación no se conocen del todo, debido en parte a que el proceso suele ser muy lento.

Algunos aspectos del proceso de especiación se pueden observar tanto en los sistemas actualmente vivos como en el registro fósil. El registro fósil indica —y la observación de las especies vivas lo confirma— que respecto de la duración de una vida humana, el proceso de la especiación es gradual. A veces, en un grupo de organismos se produce un «fogonazo» de diferenciación, lo cual puede ocurrir una vez cada cien, o incluso cada mil años. Pero, en la mayoría de los casos, la especiación dura decenas de miles o de millones de años. Hace

ya más de un siglo que Charles Darwin inició a los biólogos en la idea de la especiación, y aún no se ha podido documentar la formación en la naturaleza de una nueva especie. Los biólogos no han observado nunca la secuencia completa de una especie animal transformándose en dos o más especies. Los biólogos *han* podido observar innumerables ejemplos de especies animales y vegetales que parecen hallarse en diversas fases de escisión. Pero, en la mayoría de los casos, el ritmo de cambio es tan lento que resulta imposible detectar un incremento en la cantidad de diferenciación habida durante las décadas que dura una investigación.

El mecanismo básico tanto de los cambios evolutivos entre líneas de descendencia como de la especiación, es el que propuso Charles Darwin: la *selección natural*. La selección natural opera cuando unos individuos de una población se reproducen, en promedio, significativamente en mayor número que otros, y además son genéticamente distintos. En los organismos con reproducción sexual, los individuos, a excepción de los gemelos univitelinos[15], nunca son genéticamente iguales por lo que, en un medio ambiente determinado, algunos tipos genéticos serán más capaces de sobrevivir y reproducirse que otros. Ciertos tipos genéticos de insectos, por ejemplo, serán más resistentes que otros a un pesticida. Cuando se fumiga una población de insectos, actúa la selección natural, es decir, los tipos genéticos resistentes tendrán más probabilidad de sobrevivir y, en consecuencia, se reproducirán más que los tipos más sensibles. Esta reproducción diferencial del individuo resistente, en relación al más sensible, implica cambios genéticos en la población. Los genes presentes en los mejores reproductores (tipo resistente) aumentan su frecuencia en el «acervo genético» de la población —la dotación genética colectiva de la población—, mien-

[15] Los gemelos idénticos pueden, técnicamente, presentar algunas ligeras diferencias genéticas caso de que tenga lugar alguna mutación después que el zigoto se haya dividido y dado lugar a los dos individuos.

tras que los de los menos reproductores (tipo sensible) disminuyen. De este modo, toda la población adquiere gradualmente resistencia al pesticida.

Esta sustitución como resultado de la selección natural de un tipo genético por otro dentro de la misma población, explica muy claramente, dado los miles de millones de generaciones disponibles, la transformación de la primera forma autoduplicante que la vida originó, a través de la ramificación de las líneas ancestrales, hasta dar lugar a los organismos actuales. Pero, ¿cómo dirigió la selección natural la escisión de las líneas para que existan hoy millones de especies diferentes? La respuesta ha de buscarse en la *variación geográfica.*

Variación geográfica

El cambio que se produce *dentro* de una misma línea de descendencia da lugar a organismos más capaces de explotar el medio ambiente en que viven, o de adaptarse a nuevas condiciones si ese medio cambiara. La razón más importante para la *escisión* de las líneas de descendencia, es decir, para la especiación, es que varíe el medio ambiente. No existen dos lugares idénticos en cuanto a topografía, clima, o en cuanto a la serie de organismos que habitan en ellos se refiere. Sin embargo, cuando una especie amplía su distribución, sus poblaciones divergen genéticamente en respuesta a los diferentes medios ambientes que encuentran, y cada cual se adapta, por selección natural, a las condiciones de su propia zona. Todas las poblaciones se diferencian genéticamente entre sí, y esas diferencias genéticas se reflejan en diferencias en la estructura, el comportamiento y otras características de los seres vivos. Estas diferencias entre poblaciones se conocen como *variación geográfica.* Los taxonomistas reconocen tal variación y denominan y describen como *subespecies* geográficas (o *razas* geográficas) a los grupos o poblaciones de una especie.

Una medida de lo rápidamente que la selección natural puede modificar las poblaciones en respuesta a cambios ambientales, es la cantidad de variabilidad genética presente en las poblaciones. Cuanto más parecidos genéticamente sean los individuos, menos posibilidades existen de que la población o la especie pueda adaptarse a las nuevas condiciones. Cuanto mayores sean las diferencias genéticas entre las poblaciones de una misma especie y en el seno de cada población, mayor es la probabilidad de que la especie aguante una modificación del medio ambiente que afecte a todas las poblaciones.

Supongamos, por ejemplo, que se produjera un enfriamiento rápido y general del clima. Las poblaciones situadas más al Norte, ya adaptadas genéticamente a condiciones más rigurosas, podrían desplazarse hacia el Sur y sobrevivir, reemplazando a las poblaciones sureñas que se habrían extinguido. O también, aunque menos probable, los tipos genéticos más resistentes al frío de las poblaciones sureñas podrían sobrevivir y tomar el relevo.

Así pues, la variabilidad genética puede ser considerada un recurso capital de las especies y poblaciones naturales. Es un recurso que confiere a la especie, o a la población, la posibilidad de seguir en el juego evolutivo de un mundo donde el cambio ambiental no es la excepción, sino la norma.

En algunos casos especiales, se ha podido observar, más o menos directamente, la selección natural producida debido a variaciones geográficas. Hace muchos años, Paul trabajaba con el difunto doctor Joseph H. Camin, de la *Chicago Academy of Sciences,* estudiando la transmisión de una especie de malaria de las culebras por ácaros. La partida de culebras acuáticas utilizada en el trabajo se obtuvo de una gran población de las islas del lago Erie. Las culebras vivían en las losas calizas de la costa de esas islas. A menudo, cuando se levantaba una de esas grandes losas, se descubrían varias culebras acuáticas de metro a metro y medio de largo. La técnica era sencilla se cogen una o dos culebras, y una o dos te cogen a ti. (La culebra acuática no es venenosa, pero sí malintencionada, pueden llegar a morder

incluso a través de las membranas vitelinas, como si ya hubieran nacido.)

Las culebras acuáticas presentaban variación geográfica en su coloración. La mayoría pertenecía a un tipo genético que carece del modelo de franjas claras y oscuras alternas que caracteriza a esta especie a lo largo de las riberas continentales del lago Erie y de la mayor parte del Este de Norteamérica. Como no presentaban esas franjas, resultaba difícil distinguir las culebras contra el fondo de caliza; en otros lugares, el modelo de franjas camuflaba las culebras en los fondos de sus hábitats pantanosos normales.

Con frecuencia, las hembras de culebra que se cogían en las islas para el laboratorio, producían grandes camadas de jóvenes. Lo interesante era que la mayoría de las culebras recién nacidas presentaban franjas. Dado que las culebras no cambian de color hasta la madurez, resultaba obvio que se había producido un fenómeno que eliminaba a muchos jóvenes del tipo genético franjeado, dejando sobrevivir a los adultos lisos. Se sospechaba que los agentes selectivos eran las gaviotas que se alimentaban de crías de culebra ya que podían reconocer con más facilidad las culebras franjeadas contra el fondo de losas calcáreas de las islas. Este hecho no pudo ser demostrado a ciencia cierta, sin embargo, sí fue posible evidenciar que la selección estaba actuando, pues existía una diferencia muy importante en la proporción de culebras con franjas entre la población de individuos recién nacidos y la de adultos. Los tipos genéticos franjeados de la camada tenían, sin duda alguna, menos probabilidad de desarrollarse y reproducirse que los tipos lisos.

En este caso, fue una circunstancia excepcional la que llevó a detectar la obra de la selección. Las culebras de la población con franjas que ocupa las riberas del lago, emigraban constantemente a las islas y llevaban consigo los genes determinantes de las franjas. De este modo, aunque esos «genes para franjas» fueran eliminados continuamente de las islas por selección, volverían siempre a ser reintroducidos en la población por migración. Este equilibrio entre migración y selección natural

proporcionaba una visión poco frecuente de la manera en que se genera la variación geográfica.

Los intentos de Paul y de Joe por demostrar que, en efecto, las gaviotas depredaban selectivamente no fueron muy afortunados; de hecho, sólo pudieron demostrar que las gaviotas se burlaban de los científicos. Pidieron prestada una gaviota a Marlin Perkins, del famoso *Wild Kingdom*, que era a la sazón director del zoo Lincoln a la que bautizaron como Herman. Se diseñó un cuidadoso experimento en el que se ofrecía al hambriento Herman crías de culebra acuática, con y sin franjas, sobre superficies parecidas a las de las calizas de las islas del lago Erie. La idea fundamental era ver si, sobre ese fondo, Herman podía encontrar con más facilidad las culebras con franjas que las lisas y comérselas.

Desafortunadamente, Herman era un veterano residente del zoo, acostumbrado a una dieta de pejerrey congelado. Cuando le presentaban crías de culebra acuática, no les hacía el menor caso, ni siquiera cuando tenía mucha hambre. Así pues, el primer cometido fue convencer a Herman de que las culebras se comían. Esto se consiguió en una semana más o menos, mezclándole en la comida las crías de culebra y el pejerrey congelado.

Superado con éxito este punto, llegó el turno de la primera prueba experimental. Colocaron a Herman ante dos piedras artificiales idénticas, en una había una cría de culebra acuática franjeada y en la otra una sin franjas. Herman consiguió atrapar la cría lisa y se abstuvo completamente de atrapar y comer la culebra con franjas. Evidentemente, Herman podía ver con mayor claridad esta última que la lisa. En el segundo intento, Herman se percató primero de la culebra sin franjas, la engulló, y luego se fue a cazar la otra. Después de esto, quedaba claro que sabía que había una culebra en cada piedra, y que primero cogía una y luego la otra, sin tener en cuenta la coloración.

Por último, se trató de demostrar que Herman podía discriminar, como mínimo, entre las culebras con franjas y las lisas. El diseño básico consistía en proporcionar a Herman los dos

tipos de culebras, según una secuencia aleatoria, y asustarlo con un ruidoso gong situado debajo del comedero, que sonaría cuando picoteara una culebra con franjas. La primera prueba se hizo con una de estas culebras y Herman fue a por ella. El gong sonó, pero la gaviota en vez de asustarse, ni siquiera se inmutó. Simplemente siguió allí y empezó a engullir su presa. Paul entró de repente en la jaula, agarró a Herman y le arrancó la culebra. En la creencia de que este susto alertaría a Herman sobre la razón del gong, se intentó una segunda prueba, de nuevo con una culebra franjeada. Una vez más, Herman se dirigió a ella, y el gong volvió a sonar. Esta vez los resultados demostraron que Herman había aprendido a la perfección. Agarró su botín y se precipitó a la esquina más alejada de la jaula antes de que Paul pudiera entrar a arrancárselo. Herman fue devuelto a Marlin con las correspondientes muestras de agradecimiento.

Así, la causa de la variación geográfica en las culebras acuáticas (sin franjas en las islas del lago Erie, franjeadas en otras partes) es la supervivencia diferencial de las culebras de distintos tipos genéticos, es decir, la selección natural. No obstante, la identidad de los agentes selectivos en las islas sigue siendo una incógnita, y las gaviotas son una posibilidad convincente.[16]

Con todo, no es necesario recurrir a animales tan poco comunes para encontrar ejemplos de variación geográfica. Nuestra propia especie es una de las más variables geográficamente hablando. La mayoría de las características físicas humanas —altura, constitución, color de la piel, tipo de cabello, tipo de sangre, color de los ojos, etc.— muestran la variación geográfica. En algunos casos, se desconocen las clases de presión que han producido esta variación.

Por ejemplo, los seres humanos que viven, o cuyos antepasados vivieron un día, en regiones de África, son sensibles a una enfermedad llamada anemia falciforme. Actualmente se

[16] J. H. Camin y P. R Ehrlich, «Natural selection in water snakes *(Natrix sipedon)* on islands in Lake Erie». *Evolution* 12:504-511, 1958.

conoce muy bien la genética y la bioquímica de esta enfermedad, y se sabe que los genes de la anemia falciforme en la población africana ayudan a obtener protección contra un tipo de malaria especialmente peligroso que se da en esas zonas de África. Pero una pequeña fracción de los portadores de células falciformes desarrollan una forma mortal de anemia. Cabe pensar que la presencia de estos individuos con anemia mortal es el precio que ha de pagar la población para, por otro lado, mejorar su supervivencia y reproducción en presencia de la malaria.

Especiación geográfica

Pero, ¿cuál es la conexión exacta entre la variación geográfica y la especiación? De momento, en el ser humano ninguna. Todas las personas pertenecen a una única especie, *Homo sapiens*, y todas, sean de la población actual que sean, son absolutamente capaces de entrecruzarse. No obstante, en muchos casos, la variación geográfica es un estadio temprano del proceso de especiación —aunque, como se verá, en el *Homo sapiens* no es así. Si poblaciones que cambian en respuesta a diferentes presiones selectivas, permanecen aisladas entre sí (por ejemplo, por una cadena montañosa o un río caudaloso), pueden seguir caminos evolutivos diferentes. Después de muchísimas generaciones, las poblaciones aisladas pueden llegar a ser tan distintas que si volvieran a juntarse por erosión de la cordillera o porque el río se secara, quizá serían incapaces de entrecruzarse. En tal caso, existirían dos especies donde antes sólo hubo una, es decir, se habría producido especiación.[17]

---

[17] Se trata de una descripción muy simplificada de la especiación geográfica o *alopátrica*, el mecanismo que probablemente es más común en la naturaleza. Para una perspectiva de manual, acerca de la especiación, véase Ehrlich. Holm y Parneli, *The Process of Evolution.* 2a edición. McGraw-Hill, Nueva York. 1974 Para un tratamiento académico tradicional puede verse Ernst Mayr. *Population. Species and Evolution*, óp. cit., mientras que algunos datos sobre las complejidades de la teoría de la especiación pueden encontrarse en G. L. Bush, «Modes of animal speciation», *Annual Review of Ecology and Systematics*

Un ejemplo clásico de especiación geográfica de ese estilo es el de los «pinzones de Darwin» de las islas Galápagos. Cuando en 1979 visitamos las Galápagos, encontramos que esos pinzones, similares a gorriones que atrajeron la atención de Darwin en 1835, todavía eran muy abundantes. Los ornitólogos han reconocido catorce especies. Estos pajarillos son muy parecidos estructuralmente entre sí, pero varían algo en el color, un poco más en el tamaño y mucho en la forma y tamaño del pico y en los hábitos alimenticios. En un extremo se halla una especie bastante grande que come en el suelo y luce un enorme pico triangular. En el otro, un pequeño pinzón parecido a una curruca, con un filoso pico que utiliza para buscar insectos en el interior de los árboles. Las especies presentan una distribución desigual por el archipiélago, de manera que algunas de ellas habitan por un igual en las catorce islas y otras sólo en una.

Una de las especies se comporta como un pájaro carpintero, hundiendo el pico en las cortezas en busca de insectos que comer. Pero, como carece de la larga lengua que el verdadero picapinos emplea para extraer los insectos que ha descubierto, el pinzón se ayuda de una herramienta. Con una espina de cactus hurga en los agujeros y saca los insectos ocultos. Otra especie se alimenta principalmente de semillas, aunque también come garrapatas de las iguanas. En una de las islas, esta especie completa su dieta posándose en la cola de esas aves marinas, grandes y atontadas, que se conocen como alcatraces. El pinzón pica en la piel del corpulento pájaro y chupa la sangre que brota de la herida, obteniendo así un buen complemento proteínico para su dieta.

Cuando Darwin llegó a las Galápagos, tenía serias dudas acerca de la interpretación creacionista del origen de las especies. Después de todo, si Dios había creado todas las especies al mismo tiempo, o en sucesivos actos de creación aislados (lo

---

6:338-364, 1975.

que explicaría el enredo del registro fósil que por entonces estaba surgiendo), ¿por qué los animales fósiles que Darwin encontró en Sudamérica, estaban tan claramente emparentados con los que, a la sazón, pululaban por dicho continente? Las semejanzas entre los organismos vivos y los extintos en distintas partes del mundo se convirtió en la piedra angular de la historia de la evolución. Como Darwin escribía en la primera edición de *El origen de las especies*, en 1859:

> Según la teoría de la descendencia con modificación (es decir, evolución en vez de creación especial), se explica inmediatamente la gran ley de la larga sucesión permanente, aunque no inmutable, de los mismos tipos en las mismas áreas, pues los habitantes de cada región del mundo tenderán sin duda a dejar en esa región, durante el siguiente período de tiempo, descendientes estrechamente emparentados, pero en cierto grado modificados.[18]

Cuando Darwin vio por vez primera a los pinzones de las Galápagos, no captó su importancia, pero en seguida se dio cuenta de que este diverso grupo de aves, que ocupaba un archipiélago alejado de tierra firme era vital en sus estudios. En 1839, veinte años antes de que publicara su obra magna, escribía acerca de los pinzones en *El Viaje del Beagle:* «...a la vista de esta gradación y diversidad de formas en un pequeño grupo de aves íntimamente emparentadas, cabe imaginar que, a partir de una escasez originaria de aves en este archipiélago, una especie ha ido modificándose y adaptándose a diversos fines».[19]

Darwin quedó impresionado por la observación de que los animales y plantas de las islas solían tener los parientes más cercanos en las zonas de tierra firme más próximas. Esto no tenía mucho sentido bajo la hipótesis creacionista. Si fuera po-

---

[18] *El origen*, pág. 340. Una edición facsímil de bolsillo de la primera edición del *Origen*, con una brillante introducción de Ernst Mayr, fue publicada por Harvard University Press en 1964.

[19] Everyman's Library Edition, Dutton, Nueva York. 1959, p. 365.

sible crear simplemente especies, las nuevas se crearían de manera que estuviesen bien adaptadas a los hábitats isleños, sin que ello afectara al continente adyacente. Las especies de las islas tenderían a parecerse entre sí allí donde las condiciones climáticas y demás aspectos ambientales fueran similares, y no a las especies de hábitats continentales, completamente distintos.

Por otro lado, la semejanza con especies de tierra firme era exactamente lo que cabía esperar partiendo de la hipótesis evolucionista. Un grupo de aves ancestrales parecidas a los pinzones habría llegado hace siglos al archipiélago de las Galápagos procedentes de Sudamérica, quizás a causa de una tormenta más violenta de lo normal. Aisladas del continente y sometidas a diferentes presiones selectivas en las tierras volcánicas y relativamente estériles, de las Galápagos, las aves empezaron a divergir respecto de sus parientes continentales. A este proceso de adaptación siguió una radiación adaptativa en la cual la especiación provocó el diverso abanico de especies que hoy puebla las islas a partir de las inmigrantes originales.

¿Por qué no existe una especie única en las Galápagos? La respuesta se debe buscar en la especiación geográfica del mismo archipiélago. Los pinzones muy rara vez atraviesan las barreras de agua entre las islas y, en consecuencia, las poblaciones establecidas por emigrantes ocasionales permanecieron durante mucho tiempo aisladas entre sí. La especiación se produjo por el aislamiento, y cuando las especies «hijas» reinvadieron las islas de origen, ya no se entrecruzaban con las especies originales. En cambio, las especies hijas y parentales tenían que competir entre sí por el alimento por lo que la selección acrecentó cualquier diferencia que existiera en la forma del pico y en la dieta, reduciendo de ese modo la competencia. Darwin reconoció abiertamente la importancia de las demás especies como fuente de presiones selectivas. Escribió que era un «error muy generalizado considerar que las condiciones físicas de un país son lo más importante para sus habitantes, cuando, a mi entender, es indiscutible que la naturaleza de las especies

con las que cada cual tiene que competir, es un elemento de éxito por lo menos tan importante como éstas, y en general muchísimo más vital».[20]

La especiación por aislamiento en las diferentes islas de un archipiélago oceánico no es exclusiva de los pinzones de las Galápagos. Otros grupos de plantas y animales del archipiélago presentan indicios de un proceso análogo. Por ejemplo, las enormes tortugas aisladas en las diversas islas del archipiélago y en los volcanes dispersos de la isla Isabela (Albemarle), eran muy diferentes entre sí.

En las islas hawaianas, parece haberse producido una serie de actos de especiación muy similares a los experimentados por las catorce especies de pinzones estudiadas por Darwin. Una especie única, posiblemente un antecesor parecido a un pinzón, ha evolucionado hasta dar lugar a veintitrés especies de drepánidos. Al igual que los pinzones de las Galápagos, estas aves presentan formas de pico muy diversas (desde el tipo loro, hasta el extremadamente delgado, curvado y tan largo como el cuerpo del ave). Pero a diferencia de los pinzones de las Galápagos, los drepánidos hawaianos son muy variados en cuanto a colorido se refiere, siendo vivísimo en algunos de ellos.

Así pues, la radiación adaptativa experimentada por este grupo hawaiano es aún más espectacular que la de los pinzones de las Galápagos. Sin embargo, la explicación es la misma que en el caso de aquellos, es decir, siguen los mismos mecanismos de especiación geográfica y aislamiento, así como una compleja pauta de reinvasiones y selección para reducir la competencia.

Ahora bien, si las circunstancias no son las adecuadas, la variación geográfica no producirá especiación. El *Homo sapiens*, por ejemplo, no ha sufrido especiación geográfica, a pesar de presentar abundante variación geográfica. Una razón es

[20] *El origen*, pág. 400. La explicación de la especiación en las Galápagos es aquí, necesariamente, simplificada.

la tendencia humana a la emigración. Ninguna población humana ha permanecido tan aislada de las demás como para que pueda haber especiación, es decir, para que los grupos se diferencien hasta el punto de no poder entrecruzarse entre sí. Otro motivo es que las adaptaciones culturales tienden a reemplazar a las genéticas. Por ejemplo, un esquimal vestido con pieles de foca puede sobrevivir del mismo modo que un aborigen desnudo en el desierto australiano. La ropa, la vivienda y otros ingenios culturales pueden compensar, y de hecho lo hacen, las diferencias en el medio ambiente. Así pues, existe una falta relativa de presiones selectivas divergentes en las distintas poblaciones humanas, en comparación con las que operan sobre otros organismos animales incapaces, de modificar su medio ambiente como lo hace el ser humano.

Otras especies muy difundidas carecen de la ventaja de la adaptación cultural, pero poseen una gran movilidad, igual que el *Homo sapiens*, por lo que se libran de la especiación. Las poblaciones de esos organismos —la migradora mariposa monarca es un buen ejemplo de ello— tienen una menor probabilidad de quedar totalmente aisladas, y pueden presentar escasa variación geográfica. O, como en el caso de las especies con distribuciones muy restringidas, existe menos oportunidad de variación geográfica, ya que el medio que ocupan no es lo bastante diverso como para provocar una evolución divergente. Y si, una vez más, las poblaciones no están muy apartadas entre sí, el aislamiento no será el suficiente como para que se produzca especiación.

EL EQUILIBRIO EVOLUTIVO

Como se ha comentado, la variación geográfica puede o no producir especiación; cuando la hay, el proceso es muy lento. Ésta es la razón principal de que la reciente aceleración que el ser humano ha ocasionado en la extinción de especies, sea un tema preocupante. El inventario de la Tierra, con millones de

especies, es el producto de dos procesos biológicos —especiación y extinción— que operan desde hace eones. Se crean nuevas especies mediante especiación, y se eliminan otras por extinción. Es como si la especiación fuera un grifo que vertiera especies nuevas en un sumidero, y la extinción fuese el desagüe por el que desaparecen otras. A lo largo de casi toda la historia de la Tierra, el grifo ha estado manando especies un poco más deprisa, en promedio, de lo que otras corrían desagüe abajo. Como resultado, el número de especies vivas aumentó, en general, con el tiempo.

Hoy día, la humanidad se ha convertido en el principal agente de extinción, abriendo cada vez más el desagüe. Ya no son más las especies creadas que las extinguidas, con lo cual, las reservas de recursos biológicos del planeta —reservas que vienen medidas por el número de especies— disminuyen a gran velocidad. Las previsiones basadas en el reconocimiento de que la tasa de extinción seguirá aumentando como lo ha hecho en las últimas décadas, indican que quizás *una de cada cincuenta especies del total que hoy puebla la Tierra habrá desaparecido a finales del siglo* XX.[21]

La presión que la humanidad ejerce sobre las especies se lleva a cabo de muchas maneras, tanto directas como indirectas, por ejemplo, por un exceso de caza y de pesca, por sobrecultivo de plantas y —más importante— por alteración o destrucción de los hábitats naturales. Al mismo tiempo, es prácticamente seguro que la interferencia humana está inhibiendo el proceso de compensación a largo plazo, es decir, la especiación, mientras extingue a un número cada vez más elevado de poblaciones y especies. Cuando se aniquila una población se pierden también recursos genéticos de la misma. Como los hábitats naturales de los organismos se alteran y degradan por la

[21] Norman Myers, *The Sinking Ark*. Pergamon Press, Nueva York, 1979: Council on Environmental Quality, *Global 2000: Entering the 21st Centuria* Government Printing Office, Washington D.C., 1980.

intrusión humana, y como el mundo en general se vuelve ambientalmente homogéneo, disminuyen las oportunidades para la especiación geográfica. Cuanto menor y más uniforme sea el área total ocupada por una especie, menor es la probabilidad de aislamiento y de que se presenten las diferencias ambientales necesarias para la especiación. (Es poco probable que el aislamiento entre reservas biológicas compense este hecho —al menos en el caso de los animales superiores—, por las razones que se comentan en el capítulo 9.) Así pues, los procesos evolutivos que en el pasado generaron un rico surtido de especies y un surtido aún más rico de poblaciones distintas, genéticamente adaptadas a las condiciones locales, son los que, justo cuando son más necesarias, están dejando de funcionar.

El miembro más significativo del cociente especiación/extinción de nuestro tiempo es la enorme aceleración en la tasa de extinción, que en la actualidad se estima en varias docenas de veces superior a la de hace unos pocos siglos, y que sigue aumentando a buen ritmo. Aunque la especiación no fuera inhibida por los mismos procesos responsables de la extinción y, aunque actuara a ritmo normal, no daría abasto para compensar las extinciones previstas en las próximas décadas, de manera que fueran significativas para la humanidad.

EXTINCIÓN

¿Qué puede decirse de los procesos naturales de extinción, reconocidos por Darwin y que han actuado durante miles de millones de años antes de que la civilización industrial iniciara la actual matanza de diversidad orgánica? El mismo registro fósil es un testigo de esa extinción. Grupos enteros de organismos desaparecieron sin dejar rastro de descendientes directos. Por ejemplo, hace 600 millones de años, en los fondos oceánicos del período Cámbrico abundaban los trilobites, unos parientes lejanos de los actuales cangrejos y langostas. Casi 200 millones de años después, unos animales depredadores con as-

pecto de arañas, a veces con más de tres metros de largo, cazaban sus presas en los fondos marinos. Cerca de 100 millones después, existían libélulas con una envergadura de más de medio metro, que volaban por los bosques primitivos. Estos bosques acabaron convertidos en el grueso de la reserva actual de carbón.

Esos y otros muchísimos organismos desaparecieron, dejando tras de sí únicamente fósiles que recordaban su existencia. Se estima en unos quinientos millones el número de especies que vivieron en una u otra época; así pues, las actuales existencias quizá representan sólo un 2% de las que han evolucionado durante eones. El otro 98% murió sin dejar descendencia, o bien evolucionó hacia un estadio lo bastante diferente como para que pueda hablarse de especies nuevas.[22]

Por lo tanto, los biólogos saben que la extinción ha sido el destino fatal de la mayoría de las especies que aparecieron de resultas del prolífico mecanismo de la especiación. Sin embargo, existen serios problemas para definir las causas de la extinción a partir del registro fósil. Comúnmente se acepta que las extinciones naturales se producen justo después de que se altere el ambiente físico (por ejemplo, debido a un cambio climático), o bien la flora y la fauna (debido a la evolución o invasión de un nuevo depredador o competidor).

Se han estudiado detenidamente los períodos en los que, al parecer, se han producido extinciones relativamente rápidas de grupos enteros. Por ejemplo, hace unos 65 millones de años, a finales del Mesozoico —llamado a veces la era de los reptiles— desaparecieron del registro fósil, bastante rápidamente, gran número de animales terrestres y marinos. Unos eran gru-

---

[22] La estima de quinientos millones es de G. G. Simpson, «How many species?» *Evolution* 6:432, 1952. Por supuesto que se trata nada más que de una conjetura, de la misma manera que es una hipótesis la estimación de que son cerca de cien millones las especies actualmente existentes. En lo que los científicos sí están de acuerdo es en aceptar que aquéllas que viven en la actualidad suponen sólo un porcentaje muy pequeño de las que existieron en el pasado.

pos muy comunes de animales unicelulares, provistos de concha dura, que se denominan foraminíferos. Otros comprendían los más espectaculares dinosaurios.

La repentina desaparición de los dinosaurios en unos «escasos» cientos de miles de años (o incluso en menos tiempo), es un tema estudiado desde hace tiempo por los paleontólogos. Resultado de ello es la gran cantidad de hipótesis, algunas muy imaginativas, que se han formulado como posible explicación a este punto. En un determinado momento, se sugirió que un cambio en las plantas consumidas por los dinosaurios herbívoros habría causado la muerte de éstos por restreñimiento. Asimismo, los grandes carnívoros, privados de su dieta, habrían perecido rápidamente. Otra hipótesis relacionada también con las plantas es la de que éstas, como ocurre con muchas de las actuales, evolucionaron hacia formas que contenían toxinas más letales como autodefensa contra los herbívoros, por lo que las bestias gigantes habrían muerto envenenadas. Otra posible explicación se ha centrado en los bruscos cambios climáticos provocados por una supernova, o por un aumento del dióxido de carbono atmosférico. Un incremento global de la temperatura, podría haber causado, por ejemplo, una disminución de la fertilidad de los dinosaurios machos ya que el esperma es muy sensible a los aumentos de temperatura. Una de las explicaciones más recientes es que un asteroide de unos diez kilómetros de diámetro pudo colisionar con la Tierra, cavando un cráter de más de cien kilómetros de ancho. El resultado, según se afirma, sería una cortina de humo en la atmósfera que habría bloqueado la fotosíntesis durante casi una década, causando las consiguientes extinciones.[23]

---

[23] L. W. Alvarez et. al., «Extraterrestrial cause for Cretaceous-Tertiary extinction», *Science* 208.1095-1108, 1980. Para una descripción popular de la hipótesis del asteroide véase Stephan Jay Gould, «The belt of an asteroid». *Natural History*, junio 1980, págs. 26-33. Gould es uno de los mejores escritores entre los científicos y su columna mensual en el *Natural History* siempre merece ser leída. Puede haber algo cierto en la hipótesis de que la reducción de la fotosíntesis pudo haber sido un factor de aquellas extinciones, pero la noción de que la fotosíntesis estuvo totalmente paralizada durante un década

En contraposición, hay quien defiende que fue el desarrollo de los mamíferos la causa principal de la extinción de los dinosaurios, ya que aquéllos comían los huevos de éstos. Un científico ha sugerido que los dinosaurios eran esencialmente autómatas, prisioneros de un comportamiento genéticamente programado. Según él, los mamíferos, mucho más flexibles e inteligentes —los primeros animales capaces de hacer una elección «consciente» para dominar sus programas genéticos—, eran muy capaces de desplazar a los dinosaurios de todos los diversos nichos ecológicos que ocupaban.

Todas estas interpretaciones han recibido una u otra objeción; la «verdad», si llega a conocerse algún día, puede ser una combinación de varias de ellas. Pero por lo que se conoce actualmente sobre la biología de las poblaciones actuales y por la teoría evolutiva en general, no hay duda de que *la clave de la extinción son los cambios del medio ambiente,* ya *sean físicos o biológicos.*

A veces, quizá muy a menudo, se combinan sutilmente los dos cambios. Por ejemplo, en los años sesenta se estudió una población de unas pequeñas mariposas azules de las montañas de Colorado. Las mariposas, cuyo nombre es *Glaucopsyche lygdamus,* ponen los huevos en los capullos aún cerrados de las flores del altramuz. Las orugas de *Glaucopsyche* devoran luego muchas flores e impiden así que se formen semillas.

En 1969, una nevada y una helada excepcionalmente extemporáneas destruyeron todos los capullos de altramuz y exterminaron la población de *Glaucopsyche.* Este suceso nos dio la pista de por qué las plantas de altramuz florecen tan pronto —lo bastante para producir semillas mucho antes de que la estación de desarrollo termine—, ya que al florecer muy temprano, corren el riesgo de perder la producción en una temporada si se presenta una helada tardía, como ocurrió en 1969. Pero, la pérdida de las semillas de una estación es un precio

---

es absurda. No sólo la mayoría, sino todos los grupos de insectos, por ejemplo, se hubieran extinguido.

insignificante para las plantas, ya que al extinguirse la *Glaucopsyche* se libran del ataque de un herbívoro capaz de destruir gran parte de la producción anual de semillas. Una década después, las mariposas emigrantes habían restablecido la población, pero no con la densidad anterior.[24]

Así pues, la combinación del cambio evolutivo de otra población (altramuces que adelantan la floración) y un cambio climatológico, son la causa de la extinción de la población de *Glaucopsyche.* Si esa población hubiera sido la única existente de *Glaucopsyche lygdamus,* la especie se habría extinguido. Existen buenas razones para pensar que sucesos del tipo que se observó en Colorado —y que pueden haberse repetido durante miles o millones de años—, han sido los responsables de la desaparición de la mayoría de las poblaciones y especies que han existido. Los científicos no sólo no han podido observar la secuencia completa de la especiación en la naturaleza, sino que tampoco han tenido ocasión de observar la extinción de una especie sin intervención humana.

No todas las especies tienen la misma probabilidad de desaparecer bajo la presión de un cambio ambiental. La vulnerabilidad de una especie depende de una extensa gama de factores, como, por ejemplo, el tamaño total de la población, la distribución geográfica, la capacidad reproductora, las relaciones ecológicas con otras especies y las características genéticas. En general, suele considerarse que las especies con reproducción lenta son más vulnerables que las de reproducción rápida.[25] Sin embargo, la situación no es tan sencilla, ya que se suele fijar la atención en unos pocos, relativamente, reproductores lentos y

---

[24] El trabajo con las mariposas *Glaucopsyche* se describe en P. R. Ehrlich. D. E Breedlove, P. F. Brussard y M A. Sharpe, «Weather and the “regulation” of subalpine populations», *Ecology* 53:243-247, 1972.

[25] Véase, por ejemplo, J. Terborgh, «Preservation of natural diversity: The problem of extinction prone species», *Bio Science* 24:715-722, 1974. En la literatura técnica se suele designar a las especies de reproducción lenta como estrategas de la K, mientras que a las de tasas de reproducción mayores se las suele designar como estrategas de la r.

notorios, como el cóndor de California y el elefante, mientras que pasan desapercibidos muchos reproductores rápidos, insectos, por ejemplo. En realidad, existen otros factores, como la especialización en el consumo de una determinada planta, lo que lograría que muchos reproductores rápidos sean más vulnerables que los de reproducción lenta. Por muy rápido que se reproduzca un insecto dependiente de una determinada planta se extinguirá si se altera el hábitat de esa planta.

Un factor más sutil en relación con la vulnerabilidad es la distribución en el espacio de los individuos de una población, es decir, la estructura de la población. Esta característica puede tener una influencia profunda en la susceptibilidad de las poblaciones individuales, y por añadidura de toda la especie, a la extinción. La estructura de la población puede variar muchísimo de una a otra especie, incluso en grupos animales estrechamente relacionados entre sí.

Por ejemplo, existen cinco especies supervivientes de rinocerontes, tres en Asia y dos en África. En Asia, la especie más común es el rinoceronte indio. En esta especie, los individuos de ambos sexos viven solitarios en territorios perfectamente delimitados durante la mayor parte del año. Cada territorio incluye una charca en un pastizal abierto, con un gran estercolero en el centro y estercoleros más pequeños en la periferia. Cuando llega la época del apareamiento, como es lógico, ambos sexos empiezan a deambular en un radio mayor. Al parecer, el apareamiento se produce cuando un macho sexualmente activo tropieza casualmente con una hembra en celo.

El rinoceronte de Sumatra, mucho más raro, deambula por un territorio más amplio. Posiblemente no existan más de 50 a 150 individuos diseminados entre Birmania central y el Norte de Malaya y Sumatra. Cuando en 1966 se realizó en Malaya un trabajo de campo, un biólogo, que había estado estudiando el rinoceronte de Sumatra durante años, sin conseguir ver ninguno, había podido seguir la pista de varios rinocerontes y examinar sus excrementos. Lo más cerca que llegó a estar de estos animales fue una vez que seguía unas huellas de rinoceronte

que le llevaron de vuelta al campamento. Sus ayudantes le informaron de que había pasado por allí una hora antes de su llegada.

La tercera especie asiática, el rinoceronte de Java, está prácticamente extinguida, y no se conoce ningún dato acerca de la estructura de su población.

Los dos tipos africanos, el rinoceronte blanco y el negro, presentan hábitos alimenticios muy diferentes. El negro es ramoneador y se ayuda del saliente que tiene en la parte superior del labio para arrancar hojas de arbustos y árboles. El rinoceronte blanco, por el contrario, prefiere pacer en pastos y herbazales. El calificativo «blanco» no se refiere a su color; proviene de un vocablo alemán que significa «amplio», y hace referencia a los labios anchos, rectos, y a la estructura de la mandíbula, que hace que la boca de un rinoceronte blanco comiendo parezca un aspirador.

Por lo visto, el rinoceronte negro vive en parejas o en solitario, en territorios fijos, mientras que el blanco se desplaza en pequeñas manadas. Sus temperamentos son muy diferentes. El blanco es relativamente pacífico y realmente curioso. Un día estuvimos siguiendo muy de cerca un grupo de ellos con el *land-rover*, en el Wankie National Park (en Zimbabwe, a la sazón Rodesia), pero no dieron signos de agresividad. Por el contrario, una norma de toda excursión africana cuando se está observando rinocerontes negros, es tener el motor siempre en marcha y el vehículo listo.[26]

Los rinocerontes, evidentemente, al igual que todos los grandes animales salvajes, están expuestos al riesgo de que sus hábitats sean fraccionados y destruidos. No obstante, sobre los rinocerontes pesa además una maldición especial. Estos paquidermos de extraño aspecto calaron muy hondo en la mitología occidental como fuente de materias con poderes curativos.

---

[26] La información acerca de los rinocerontes está tomada de G. E. Hutchin son y S. D. Ripley, «Gene dispersal and the ethology of the Rhinocerotidae». *Evolution* 8:178-179. 1954: y J. Fisher. N. Simón y J. Vincent, *Wildlife in Danger*. Vinking, Nueva York, 1969.

Prácticamente todas las partes del rinoceronte poseen un remedio para una determinada parte del cuerpo (dientes, pelos, sangre, órganos internos, etc.). En otra época, el zoo de Calcuta montó un gran negocio vendiendo botellines de orina del rinoceronte indio cautivo. Ahora bien, por rentables que resulten estas partes, el valor de las mismas es insignificante si se compara con el cuerno del rinoceronte. Los cuernos (que no son de hueso sino de una masa compacta de pelos) son especialmente apreciados por los indios y los chinos, pues están convencidos de que poseen virtudes afrodisíacas. También se cree que unos trocitos molidos de cuerno, mezclados en una poción, curan una amplia serie de trastornos, enfermedades, desde el sarampión hasta la difteria, y aplicados externamente como cataplasma se consideran un magnífico remedio para los diviesos y la varicela.

Pero lo más perjudicial al rinoceronte es la relación sexual. Debido a su forma fálica, existe en Oriente Medio una gran demanda de cuernos para mangos de puñal. Los puñales de cuerno de rinoceronte son un regalo tradicional en los ritos de pubertad que forman parte del folklore de esa región. Los tallistas del Norte del Yemen trabajaron más de 2.000 cuernos entre 1975 y 1976.[27]

Son precisamente estas cacerías en busca de cuernos lo que ha provocado la eliminación del rinoceronte de Java; de todos modos, si no hubiera sido la caza, el crecimiento de la población humana habría producido los mismos efectos debido a la destrucción de los hábitats. El rinoceronte de Sumatra y el indio han sufrido fuertes presiones, tanto por parte de los cazadores como por la fragmentación y división de sus hábitats. La estructura de las poblaciones resultaría una enorme traba en el caso de que logren recuperarse ya que, cuanto menor es la den-

[27] La información sobre la utilización del cuerno de rinoceronte procede del ecólogo de la vida salvaje Lee Talbot. publicada por Janet Raloff en «Stealing a horn of plenty», *Science News* 116:346-348, 1979.

sidad de la población, menor es la probabilidad de que sus largas caminatas de apareamiento lleguen a buen fin. Por fortuna, el rinoceronte indio puede reproducirse en zoos, lugar en el que al menos, la proximidad artificial es productiva. No obstante, no está claro que los programas para su mantenimiento en grandes reservas funcionen, así que el rinoceronte de Sumatra parece estar definitivamente condenado.

A finales del siglo XIX, aproximarse a un rinoceronte africano blanco, relativamente manso, era fácil, y por ello, fue cazado hasta casi la extinción. Por suerte, se tomaron medidas de conservación a tiempo, y allí donde fue protegido aumenta progresivamente su población, ayudado por la estructura de la misma, ya que no requiere extensas áreas para mantener unidades reproductoras viables.

El rinoceronte negro, con una estructura de población intermedia entre la del blanco y la del indio, no estuvo en dificultades hasta fecha muy reciente. Cuando el cuerno empezó a cotizarse en el mercado a 150 dólares la onza —en 1980 valía casi la cuarta parte del precio del oro— la caza furtiva alcanzó cotas increíbles.[28] Su destino en la naturaleza es actualmente dudoso, pero si se logran mantener unas determinadas áreas protegidas de suficiente extensión, su futuro será sin duda mejor que el del rinoceronte indio.

Como puede observarse, resulta fundamental conocer la estructura de la población, así como las características de una especie amenazada para definir estrategias de conservación. No obstante, antes de volver a temas tan esotéricos como el tamaño óptimo y la forma de las reservas, existen varias cuestiones más elementales a responder con un mayor detenimiento del que se ha llevado a cabo en el capítulo 1.

---

[28] El cuerno de rinoceronte llega a alcanzar los 5.000 dólares por kilogramo en Hong-Kong, algo más de 150 dólares la onza-oro (*Focus*. World Wildlife Fund Special Report. verano de 1979).

SEGUNDA PARTE

¿POR QUE HEMOS DE PREOCUPARNOS?

3. COMPASIÓN, ESTÉTICA, FASCINACIÓN Y ÉTICA

Los organismos vivos no son sólo un medio, sino un (in Además de su valor instrumental para los seres humanos y otros organismos vivos, tienen en sí un interés intrínseco.

CHARLES BIRCH
Profesor de Zoología.
Universidad de Sydney, marzo 1979

Casi muerto de miedo, Digit se giró, inerme, dispuesto a enfrentarse a las flechas y perros de Munyarukiko y sus cinco acompañantes. Tenía que ganar tiempo para que su familia escapara hacia la ladera de la montaña. Era su «deber», y aunque quizá supiera que eso significaba la muerte, Digit se mantuvo en su puesto. Para Munyarukiko y otros furtivos, el gorila macho de dorso plateado, erecto, mostrando los caninos, era sin duda alguna una visión terrorífica; más terrorífica aún por la rápida muerte de uno de los perros que se acercó demasiado imprudentemente a las poderosas armas de Digit. No obstante, los gorilas, a pesar de su robustez son muy vulnerables a las flechas que dispara el *Homo sapiens,* mucho más débil físicamente. Digit ganó el tiempo suficiente para que su grupo familiar huyera; a cambio recibió cinco heridas de flecha.

De este modo, en la Nochevieja de 1977, moría, de forma nada atípica, uno de los pocos gorilas de montaña que quedaban vivos. Digit pertenecía a un grupo de gorilas estudiado muy a fondo por Dian Fossey en el monte Visoke del Parque de los Volcanes de Ruanda. Era un amigo, en el sentido estricto de la palabra, tanto de Dian como de los millones de seres humanos que pudieron verle por televisión. Digit había sido filmado mientras examinaba un lápiz de Dian y su block de notas,

que devolvió después para tumbarse a su lado y quedarse dormido. Esta escena inolvidable formaba parte de un programa especial de la *National Geographic Society* para la televisión, que también forma parte de una colección de fragmentos de película de los que la sociedad está, con toda justicia, muy orgullosa.

La tragedia de la muerte de Digit fue enorme debido a las causas que la provocaron. Tanto en Ruanda como en el Zaire, existe la creencia de que ciertas partes del cuerpo de un gorila macho de dorso plateado —testículos, lengua, orejas, trozos de meñique- tienen propiedades mágicas. Utilizadas en una poción adecuada, se cree que matan al enemigo, o al menos, lo dejan impotente. Durante años se han matado gorilas para hacerse con esas partes, y Dian tuvo que luchar contra la desconfianza hacia el ser humano, resultante de esas prácticas, antes de que el gorila se sintiera confiado.

Pero no fue esta tradición del «sumu» (veneno) lo que provocó el asesinato de Digit. Cuando los turistas y otros europeos empezaron a llegar, los furtivos mataban gorilas para vender los cráneos y las manos como recuerdo. Digit no fue asesinado porque la población local estuviera especialmente empobrecida o muriéndose de hambre, sino porque un africano llamado Sebunyana-Zirimwabagabo ofreció a Munyarukiko unos veinte dólares por la cabeza y las manos de un dorso-plateado.[29]

SALVAR ESPECIES: LA COMPASIÓN

Desde luego, muchos seres humanos sienten compasión por los gorilas de montaña como Digit, y desean que el hijo de éste, concebido antes de morir y al que Dian bautizó como «Mwelu» (que en swahili significa «chispa de resplandor y de luz»), tenga la suerte de llevar una existencia digna. Hay también

[29] Los detalles sobre la muerte de Digit pueden verse en «His name was Digit», por Dian Fossey, publicado por la International Primate Protection League, P. O. Drawer X, Summerville, SC 29483, sin fecha.

quienes no sienten tal compasión; éstos en general preguntan «¿para qué sirve un gorila?», y concluyen que para nada. En opinión de estas personas, Munyarukiko tenía razón al matar al animal ya que la tierra de los gorilas puede dedicarse a pastos, y los veinte dólares pueden servir para disfrute humano invertidos en la bebida nativa, el *pombe*.

Cabría rebatir este punto de vista con los argumentos clásicos de que la supervivencia de Mwelu y de los demás gorilas beneficiaría mucho más a la humanidad que su extinción. Por ejemplo, mediante el estudio de los gorilas se puede llegar a comprender mejor al ser humano O bien, los gorilas podrían ser muy útiles para la investigación médica, además de ser aprovechados por las naciones africanas como atracción turística. Si los gorilas desaparecieran de la faz del planeta sería algo desastroso, dejando aparte los valores económicos reales, simplemente porque son muy interesantes y porque su evidente parentesco con el ser humano exige cierta compasión por parte de éste.

Compasión y curiosidad han despertado, de manera similar, otros muchos organismos, por suerte para ellos. Si el ser humano no se *preocupa* de la supervivencia de los demás organismos, es poco probable que muchos de ellos se salven de la extinción. A continuación se hablará de las ballenas, animales cuyo destino servirá para ilustrar un buen número de puntos importantes acerca de la extinción.

Los asesinos de ballenas

Las ballenas y las marsopas —cetáceos— figuran entre los mamíferos más inteligentes. Por complejidad y tamaño, en comparación con el peso corporal, sus cerebros son equiparables al del ser humano. Su grado de inteligencia, es un asunto controvertido, ya que la anatomía y el modo de vida tan diferentes de los del ser humano, dificultan en gran medida la evaluación exacta de su inteligencia.

Todos aquellos que han estudiado y trabajado en torno a estas extraordinarias criaturas han quedado muy impresionados por su mansedumbre, inteligencia y rapidez de aprendizaje. Parece ser que poseen sistemas de comunicación muy complejos y efectivos —el rico y obsesivo canto del gubarte es quizás el ejemplo mejor conocido. Quienes han nadado entre las ballenas cuentan que no han sentido miedo, ni siquiera estando cerca de ellas, a pesar de haber podido ser aniquilados de un aletazo.

Por desgracia, el *Homo sapiens* no ha tenido tantos miramientos con ellas. Al contrario, durante siglos el ser humano ha dado caza implacable a las especies más grandes, hasta el punto de que muchas están al borde de la extinción. Las armas empleadas abarcan una amplia gama, desde flechas y lanzas envenenadas hasta arpones y descargas eléctricas. Durante el siglo pasado, el arma preferida fue el cañón arponero, que dispara un arpón con cabeza explosiva de hierro, controlada por una espoleta con mecanismo de relojería que hace detonar la carga una vez se encuentra en el interior de la ballena. Si el primero falla, se dispara un segundo «arpón de muerte» que resulta definitivo.[30] La muerte es a veces instantánea, pero en general la ballena tarda entre uno y treinta minutos en morir de miedo y de dolor.

Un periodista australiano, describía así el arponeo de dos ballenas en 1977:

> En medio de un gran remolino de sangre, espuma y miedo, la ballena se zambulló directamente hacia abajo, sin dejar tiempo a la fortuna, desplegándose así los garfios del arpón para hacer mejor presa en ella y sujetarla.
>
> Permaneció sumergida y el cazador viró alrededor para mantener la escalofriante soga de frente.

---

[30] La información sobre los métodos balleneros es de sir Sydney Frost. *Whales and Whaling. Report of the independent Inquiry.* Australian Government Publishing Service, Camberra, 1978.

...El mar estaba rojo a nuestro alrededor, mientras la ballena luchaba por vivir, pero murió.[31]

Luego describe la muerte de la segunda ballena del siguiente modo:

La ballena se zambulló, y una enorme nube verde reventó en la superficie. La sangre se vuelve verde a quince metros bajo el agua... ¿o eran sus intestinos?

Salió por el lado de estribor, sacudiendo su enorme cabeza, la tercera parte de todo su cuerpo; entonces emitió un terrible alarido, medio de protesta, medio de dolor; luego, volvió a sumergirse.

Cargaron el siguiente arpón, el de la muerte, pero no pudieron disparar porque giraba y se contorsionaba, y así cada vez se lastimaba más. Por fin, el vigía gritó desde la cofa que subía, moribunda. La boca se le abría.

Tales horrores eran tolerados —de hecho, hasta practicados— por naciones supuestamente civilizadas, mucho después de que se establecieran métodos más humanos y menos dolorosos para el sacrificio del ganado (que por otra parte es mucho menos inteligente que las ballenas), y de que se dictaran leyes contra la crueldad hacia los animales. Quizá porque las matanzas de ballenas se realizaban mar adentro, lejos de la vista del público, y por lo poco que la mayoría de las personas conoce acerca de estas magníficas criaturas, las protestas contra ese tipo de prácticas han sido escasas hasta hace poco tiempo.

Pero en los años sesenta y setenta, las actividades de las organizaciones protectoras han conseguido atraer la atención del público mundial al dar publicidad a la sobreexplotación que estaban sufriendo las ballenas. Los documentales para el cine y la televisión realizados en diversos parques costeros de marsopas y oreas —especialmente los de Jacques Cousteau— han causado sensación. Es dudoso que estos ágiles y encantadores animales se conviertan en mascotas amaestradas, pero sus

[31] John Larkin, *Age* de Melbourne del 18 de junio de 1977, citado en ibíd.

enormes primos tienen con ellos una deuda de gratitud por haber ayudado a que muchos seres humanos supieran qué es un cetáceo. Si las ballenas han de salvarse para disfrute de las generaciones venideras, será porque millones de personas han aprendido a interesarse por ellas y han luchado por su supervivencia.

VALORES ESTÉTICOS

Muchos seres vivos poseen lo que convencionalmente se ha dado en llamar belleza. Aves, mariposas, flores y otros muchos han recibido general reconocimiento como recursos estéticos. Esa belleza puede también convertirse en un recurso económico, como lo atestigua el comercio de acuarios y las floristerías. Existe además un segundo tipo de belleza: la belleza del interés que despierta, incluso más que la convencional, en la mirada del espectador. La historia de la oposición a la caza de ballenas es, en parte, la historia de quienes han llegado a encontrar belleza en esos animales.

Existen millones de poblaciones y especies aún más extrañas para la humanidad que las ballenas, cuya existencia no está menos amenazada que la de éstas por la acción humana. También ellas merecen aprecio e interés ya que pueden ser convencionalmente bellas, y si no se las ha reconocido como tales es porque apenas nadie las ha visto o porque son muy pequeñas. No obstante, todas poseen la belleza del interés, es decir, la belleza de la complejidad, de la elaboración de su diseño, de su comportamiento inusual, de su gran antigüedad, así como la capacidad de fascinar. Ambos tipos de belleza están presentes en los insectos: grupo que muchos encuentran repelente y que intentan evitar por todos los medios.

El mundo de los insectos

Cualquier pequeño insecto de los que acostumbran a fumigarse con un insecticida, es «una maravilla irremplazable, equivalente a las obras de arte que se guardan con religioso celo en los museos».

Nadie que esté íntimamente familiarizado con el grupo de animales que mayor éxito de supervivencia tiene en el planeta se atrevería a discutir esta afirmación del antropólogo francés Claude Lévi-Strauss.[32]

Por desgracia, poca gente es consciente de la enorme diversidad, complejidad y belleza de los insectos. Quizás una persona de cada 100.000 colecciona o estudia mariposas en Estados Unidos, indiscutiblemente, uno de los grupos de organismos más hermosos que existen, con unas 15.000 especies conocidas en todo el mundo. Los indígenas de las tribus de Nueva Guinea emplean la mariposa revoloteadora gigante, azul iridiscente, verde y dorada, como adorno para el cabello.[33] Las alas de la también azul iridiscente mariposa *Morpho* se han empleado con tal profusión en Brasil para decorar bandejas y otros objetos turísticos, que se han tenido que dictar leyes para protegerlas. Las alas de *Morpho* tienen un valor especial porque, al igual que otros colores de insectos iridiscentes o metálicos, son indelebles.[34]

---

[32] Discusión de la Special Commission on Internal Pollution. Londres, octubre de 1975.

[33] La nación de Papuasia y Nueva Guinea es la primera del mundo que ha introducido en su constitución la conservación de los insectos como un objetivo nacional. Dicho país, mediante un sistema de reservas y programas de cría comercial, no sólo protege la magníficas ornitópteras o mariposas de alas de pájaro sino que obtiene importantes recursos económicos de la cría y venta de ejemplares a coleccionistas de todo el mundo (R. M. Pyle. «Butterflies: Now you see them», *Defenders*. enero-febrero 1981, págs. 4-10).

[34] Acerca del tema de los colores y, en general, de los insectos, véase H. V. Daly, J. T. Doyen y P R. Ehrlich, *Introduction to Insect Biology and Diversity*. McGraw-Hill, Nueva York, 1978.

Muchos más insectos, aparte de las mariposas, poseen una gran belleza, aunque a menudo se precisa un microscopio para apreciarlo. Por ejemplo, algunas abejas y moscas pequeñas parecen estar labradas en oro puro.

Pero los insectos pueden servir mejor como ejemplo de la belleza del interés. Son un recurso estético mundial inmenso y una fuente potencial de fascinación, que, por el momento, ha sido infrautilizado. La belleza de algunos insectos eclipsa a veces a la *Mona Lisa*, su variedad deja en ridículo los sellos de correos, su miniaturización sobrepasa con mucho los mejores esfuerzos de los ingenieros humanos, y el drama de su existencia puede competir con los imaginados por el mejor autor teatral. Esta es la razón por la que la creatividad humana en cuanto a belleza, variedad y construcción siempre haya buscado sus fuentes primarias de inspiración en la naturaleza. Resulta irónico que la sociedad occidental busque constantemente nuevas diversiones para llenar el tiempo libre, y a la vez sea capaz de exterminar un grupo de minúsculos animales cuyo estudio ha cautivado a miles de personas y puede llegar a cautivar a millones más.

Cuando uno llega a familiarizarse con los insectos, dejan de ser poco a poco una masa amorfa de bichos para convertirse en un grupo altamente diferenciado de remaches en la estructura de la aeronave Tierra, cada uno de ellos con un papel propio a desempeñar y con una fascinante historia que contar a los interesados en conocerla. Echemos una breve ojeada a algunas historietas del mundo de los insectos, teniendo siempre presente que es sólo una minúscula muestra de un universo parcialmente explorado.

Los escarabajos, por ejemplo, son más de un millón de especies por sí solos. Cuando un teólogo preguntó al famoso biólogo inglés J. B. S. Haldane qué conclusión podría extraer acerca de la naturaleza del Creador a partir del estudio de sus creaciones, dicen que Haldane contestó que Él debe de haber tenido «una afición desmedida por los escarabajos». El insecto más corpulento es el gigantesco escarabajo rinoceronte de los

trópicos, cuyo peso supera el de los mamíferos más pequeños (ciertas especies de musaraña). Los machos emplean sus grotescos cuernos en violentas batallas liliputienses contra las hembras. Entre los insectos más pequeños se encuentran los escarabajos ptílidos, con un tamaño no superior a los puntos de una página escrita, y aun así cada individuo posee seis patas funcionales, un par de alas, un sistema nervioso completo, un tracto digestivo también completo y órganos reproductores.

Investigaciones recientes han puesto de manifiesto los elaborados medios que han desarrollado los escarabajos para zafarse de sus enemigos. El bombardeo es un especialista en la guerra química. El biólogo Thomas Eisner, de la *Cornell University*, ha conseguido magníficas películas sobre el comportamiento de este pequeño insecto cuando es atacado por una hormiga (o por un par de tenazas que imitan a una hormiga). El extremo anal del escarabajo contiene un par de glándulas y una cavidad donde se mezcla la secreción glandular con enzimas cristalinos. Cuando una hormiga captura la pata de un escarabajo, el extremo flexible del abdomen de éste se dirige hacia el atacante, y mediante contracciones musculares la secreción entra en la cavidad y allí se mezcla con los enzimas. La reacción resultante produce una explosión química y la emisión de un chorro de vapor caliente, una rociada muy poco agradable que pone en fuga a la hormiga. Fotografías de alta velocidad han revelado recientemente que esta rociada no es continua, sino que gracias a la ingeniosa estructura de la cavidad, se expulsa a razón de cien veces por segundo, lo cual asegura que la reacción funciona como es debido y previene además calentamientos internos.[35]

---

[35] La investigación original del tema es debida a D. Aneshansley. T Eisner, J. Widom y B Widom. «Bioquímica a 100°C: La descarga explosiva de los escarabajos escopeteros *(Brachinus), Science* 165:161-163, 1969 Otros resultados posteriores fueron puestos de manifiesto por Eisner, en un seminario, en el Department of Biological Sciences de la Stanford University, en febrero de 1980.

Tom Eisner se ha convertido en uno de los biólogos más respetados de mundo merced a sus estudios sobre cómo interaccionan los insectos y otros artrópodos con sus enemigos. En muchos casos, ha descubierto que, al igual que el bombardero, utilizan la guerra química. Pero lo que los hallazgos de Eisner y sus alumnos demuestran es que si se observan bastante de cerca y con detalle estos insectos puede descubrirse que todo es posible en este mundo de artrópodos de seis patas.

Un ex alumno de Eisner, James Lloyd, de la Universidad de Florida, se ha dedicado al estudio de las luciérnagas. La débil luz que emiten no sirve únicamente de disfrute para los amantes humanos que se balancean en el porche, en las cálidas noches de verano, sino que concierne al propio sexo de la luciérnaga. Los machos de una especie vuelan de aquí para allá, emitiendo destellos según una pauta característica de esa especie. La hembra permanece inmóvil, responde del mismo modo y ambos sexos se reúnen. Lloyd descubrió que algunas hembras de luciérnaga imitan las señales de otras especies, transmitiendo este código seductor y cuando llega un macho enamorado de otra especie, ¡lo cazan rápidamente y se lo comen![36]

Las hembras voraces son muy comunes en el mundo de los insectos. Después de la cópula, la voluminosa hembra de mantis religiosa devora a su pareja, de menor tamaño. Las hembras de las moscas bailarinas primitivas —depredadoras enanas— capturan y se comen a los machos que las cortejan. En las moscas bailarinas más evolucionadas, los machos llevan un «regalo» a la hembra para distraerla y evitar ser devorados durante la cópula. El regalo más sencillo consiste simplemente en una mosca muerta de otra especie para que la hembra se la coma. Un estadio más evolucionado del ritual tiene lugar en las especies de mosca bailarina cuyos machos forman enjambres para atraer a las hembras. Los machos añaden trozos de seda a las ofrendas de moscas muertas para que el enjambre resulte más

[36] J. C. Lloyd, «Mimetismo agresivo en las luciérnagas *Photuris:* Signal repertoires by femmes fatales». *Science* 187:452-453. 1975.

atractivo. Otras especies encierran la presa en una bola de seda, y a veces aquélla es tan pequeña respecto a la bola que la hembra no llega a comerla, sino que únicamente la hembra se distrae con la bola. En las especies que han alcanzado la etapa más evolucionada, la bola no contiene ninguna presa. En ese caso, la hembra permanece distraída con su «juguete» y el macho copula sin peligro. No se encuentra nada parecido en especies superiores.[37]

Los hábitos dietéticos de los insectos presentan una variedad que rivaliza o supera a la del resto de los grupos de animales juntos. Prácticamente todas las partes de cualquier planta existente recibe el ataque de algún insecto. Succionan las raíces, invaden los frutos, perforan el tronco y las semillas, devoran las flores y roen las hojas.

Las orugas de algunas diminutas polillas se desarrollan como mineros foliares, viviendo siempre en el interior de una fina hoja en la que excavan largas galerías serpenteantes. Las crías de unas avispas de tamaño diminuto estudiadas por Alfred Kinsey antes de dedicarse al estudio de los hábitos sexuales de los organismos superiores, atacan las hojas de un modo que provoca la formación de agallas en las que la avispa completa su desarrollo. Las hormigas cortahojas eliminan el follaje de grandes árboles del bosque tropical — no para comer las hojas en sí, sino para usarlas en los nidos como pajote sobre el cual crecerán los hongos que les sirven de alimento.

Los insectos depredadores atacan a cualquier animal, desde el minúsculo ácaro y otros insectos hasta el elefante o el propio ser humano. Pueden excavar trampas arenosas donde aguardan

---

[37] La extraordinaria secuencia fue investigada por E L. Kessel en un trabajo clásico. «The mating activities of balloon flies». *Systematic Zoology* 4:97-104. 1955. La primera forma de comportamiento que se descubrió (en 1875) fue el último estadio evolutivo, que no tuvo sentido evolutivo hasta que se descubrieron las formas intermedias. La secuencia global es considerada en una perspectiva general en la crucial obra de E. O. Wilson *Sociobiology: The New Synthesis*, Harvard University Press. Cambridge. 1975 (Hay traducción española: *Sociobiología la nueva síntesis*.)

a sus víctimas (como la hormiga león y la fase larvaria del escarabajo cazador). Estos insectos, como las mariquitas, pueden pacer sobre presas indefensas (la mayoría de los áfidos sorben los jugos de las plantas), o, como la avispa *pepsis,* entablar duelos a muerte con arañas gigantes, de los que la avispa sale siempre vencedora. Los jóvenes de mosca negra viven en minúsculos organismos sometidos a corrientes rápidas; los adultos se nutren de la sangre de otros animales, entre ellos la del *Homo sapiens.* Algunos insectos parásitos ponen huevos en otros insectos, o en plantas donde otros insectos se los comerán. Después, los parásitos jóvenes devorarán a sus desventuradas presas desde el interior, procurando no tocar los órganos vitales para mantenerlas vivas y tener así alimento fresco hasta el último momento.

Una mosca tropical americana, *Dermatobia hominis,* es quizá la que ostenta el título en cuanto a la manera más extraña de reproducirse se refiere *Dermatobia* captura mosquitos sobre los cuales deposita los huevos. Una vez hecha la puesta, deja marchar al cautivo. Cuando éste encuentra un ser humano y le pica, los huevos eclosionan y las jóvenes larvas de *Dermatobia* se deslizan, trompa de mosquito abajo, hasta la piel de la persona. Entonces taladran la piel y continúan allí su desarrollo, llegando a ser al final grandes y dolorosas —manteniendo siempre un agujero hacia el exterior para respirar. *Dermatobia* es una criatura que quizá la humanidad podría eliminar. Pese a todo, es imposible no admirar el ingenioso comportamiento que ha desarrollado.

También existen insectos descomponedores. Estos ayudan a eliminar los desperdicios, aunque a veces eliminan objetos que no se consideran como tales. Las termitas descomponen objetos de madera muerta, ayudados por unos protozoos unicelulares que viven en su intestino y que pueden digerir celulosa. Los escarabajos estercoleros o peloteros juegan un grotesco partido de fútbol mientras fabrican pelotas de estiércol; pelotas que hacen rodar hasta un sitio adecuado donde ponen un huevo en su interior y luego lo entierran, asegurando de esta forma

una provisión alimenticia adicional a la cría. Además, una gran variedad de moscas, escarabajos y otros insectos colaboran en la descomposición de los cadáveres de otros animales, lo cual representa un papel fundamental para el funcionamiento de los sistemas ecológicos. Las larvas de ciertas especies de moscas diferencian entre tejidos vivos y muertos con tal precisión que antes del descubrimiento de los antibióticos se emplearon extensivamente en medicina para limpiar llagas y prevenir la gangrena. Y a veces aún se siguen empleando con esta finalidad.

Los insectos están increíblemente difundidos tanto en el espacio como en el tiempo. Se los encuentra dentro de las cuevas y volando por las capas altas de la atmósfera, en el Ártico y en el Antártico, en la selva húmeda y en las praderas, en los desiertos, lagos y corrientes de agua. Incluso viven en los pozos de petróleo, los lagos salados y los manantiales termales. Sólo el océano parece estar relativamente libre de ellos, si bien se ha podido observar una de las pocas especies de insectos marinos que existen, un zapatero, en las islas Galápagos. Las cucarachas, algunas de las cuales son residentes poco agradables de los habitáculos humanos, están tan maravillosamente adaptadas al medio ambiente que han permanecido casi invariables durante más de 300 millones de años. Además pueden llegar a sobrevivir al *Homo sapiens* otros cientos de millones de años más, ya que, como la mayoría de los insectos, son muy resistentes a la radiación.

Las librerías están llenas de libros sobre insectos. Podría escribirse un volumen más gordo que éste sobre cómo se comunican las abejas la ubicación y la cantidad de las fuentes de néctar, y sobre ingeniosos experimentos que Karl von Frisch y otros científicos han empleado para descifrar el lenguaje de las mismas. La vida social de los insectos es hoy día uno de los campos más activos de la investigación biológica.[38]

---

[38] Véase E. O. Wilson, *The Insect Societies*, Harvard University Press. Cambridge. 1971; y C. D. Michener. *The Social Behavior of Bugs: A Comparative Study*. Harvard University Press. 1974. para una visión sintética.

La cuestión aquí es que, aun entre los insectos —grupo que muchos rehúyen y detestan (la entomofobia es un trastorno bien reconocido)— existe una gran riqueza de valores estéticos, no belleza en el sentido convencional, sino el tipo de belleza de la complejidad y la variedad que cautiva a los entusiastas de las pistolas, trenes y aviones, a los coleccionistas de sellos, forofos de las computadoras y de la ciencia-ficción, bibliófilos, observadores de aves, etc. Un punto importante, a este respecto, es que un bicho nunca es como otro, es decir, no son remaches intercambiables. La comprensión de la unicidad de las especies y poblaciones es fundamental para el argumento clave de la preservación de la diversidad que se desarrollará en el capítulo 5 dedicado al mantenimiento de las funciones del ecosistema.

Otros organismos fascinantes

La capacidad de fascinación impregna toda la biota de la Tierra, y está presente de igual modo en lo feo que en lo bello. Las flores son las depositarías tradicionales de la belleza convencional, pero poseen además otra clase de belleza: la de las intrigantes historias de su vida.

Algunas orquídeas, por ejemplo, parecen hembras de abejas y avispas, con lo que engañan a los correspondientes machos que intentan copular con ellas. Los insectos quedan contentos y las orquídeas polinizadas. Otras orquídeas «drogan» a las abejas antes de fijar el polen en ellas; y existen algunas que atrapan la abeja y le pegan el polen mientras forcejea por salir de un túnel especialmente dispuesto. Las asclepias son más amables con sus insectos polinizadores, simplemente los retienen por las patas en trampas acanaladas. En la lucha por escapar, el insecto se lleva enganchadas las bolsas de polen que depositará en la siguiente flor de asclepia que atrape la misma pata.

La enorme y variada belleza de las flores, tan apreciada por el ser humano, se ha desarrollado con el único fin de permitir a

las flores, que carecen de movilidad, engañar a otros organismos para que las ayuden en sus funciones sexuales. Sin embargo, no todas las plantas son atractivas según rigen los cánones humanos. Por ejemplo, muchas personas no reconocen como flores a las hierbas. Éstas son polinizadas por el viento, así que no tienen que molestarse en seducir a pájaros o abejas para que les dispersen el polen. Otras plantas tienen flores quizá más raras que bellas. Las parientes sudafricanas de las asclepias, por ejemplo, pueden mimetizar los ojos, orejas, nariz, ano y heridas de animales superiores que resultan aderezados con el correspondiente olor. Estas flores son polinizadas por moscas que normalmente ponen los huevos en los orificios y heridas de vacas y antílopes.[39]

En realidad, las plantas con flor tienen una curiosa relación ambivalente con los animales. Por una parte, desean atraerlos, no sólo para utilizarlas de vehículos transportadores de polen, sino también para que diseminen las semillas. Pero, por otro lado, las plantas son pasto de los herbívoros, a los que deben evitar, bien haciéndose poco conspicuas, bien desarrollando mecanismos químicos de defensa ya que no tienen la opción de huir de sus enemigos.

Belleza y complejidad son características de todo organismo vivo, desde el más pequeño hasta el más voluminoso. Una de las visiones más interesantes que se posee del mundo viviente, fue la primera película que se realizó sobre espiroquetas vivas: esas minúsculas y onduladas bacterias causantes de la sífilis, entre otras enfermedades. Son organismos con forma de espiral, que giran al moverse y que producen la impresión de estar siempre disolviéndose por un extremo y formándose por el otro. De hecho, si se observa al microscopio un pequeño recipiente con agua, se descubrirá un microcosmos tan lleno de organismos unicelulares que puede resultar, cuando menos, tan entretenido como una película. Y cualquiera que haya visto fotografías de caparazones de diatomeas —plantas unicelulares

[39] Hipótesis no publicada de R. W. Holm. Stanford University.

que, como fósiles, sirven a los geólogos para predecir si los estratos contendrán petróleo— sabe que son tan variadas y tan maravillosas como los copos de nieve.

En el extremo opuesto de la escala de tamaños se sitúan de nuevo las ballenas, cuyo atractivo, si se tiene la suerte de llegar a conocerlas, es extraordinario. La mayoría de los contactos que se han tenido con ballenas ocurrieron durante las visitas a la isla hawaiana de Maui, donde se halla la ciudad de Lahaina, otrora floreciente establecimiento ballenero. Lahaina todavía vive de las ballenas, aunque lo que actualmente sustenta su economía son las figurillas, fotos, camisetas, libros e imitaciones de barbas de ballena. Uno de los centros turísticos comerciales más bonitos de esta ciudad es el Whaler's Village, donde se exhiben esqueletos de ballena montados y recuerdos de la pesca de la ballena.

Todo esto se debe a que, en primavera e invierno, las aguas de Maui acogen una población de gubartes, que pueden sobrepasar los quince metros de largo. De repente, la ballena se lanza casi completamente fuera del agua. Parece más bien un salmón oscuro saltando a cámara lenta. Resta suspendida durante un instante, negra, brillante, con las características aletas de un blanco resplandeciente, para luego dejarse caer en el agua, sobre el dorso, en medio de un atronante chapoteo. La escena completa puede repetirse una docena de veces o más, dando cada salto la impresión de ser engañosamente lento para un animal con la eslora de un yate de considerable tamaño, que surgiera de las profundidades.

No se sabe por qué saltan los gubartes. Una explicación carente de interés es que tratan de librarse de los parásitos, pero quizá lo hacen por pura exuberancia. También levanta la aleta caudal fuera del agua y palmotea con ella la superficie, como un gigantesco castor. Herman Melville escribió del gubarte:

«Es la más juguetona y alegre de todas las ballenas, y en general produce más espuma y agua blanca que cualquiera de las otras.»[40]

Un día que Paul buceaba en Kaanapali Point con un ayudante voluntario, el vinicultor George Burtness, intentando fotografiar un pez cirujano característico de esta «zona batida» cerca del punto donde rompen las olas, notó de repente en la cabeza un sonido vago, agudo, que al principio achacó a que se le había resquebrajado el tubo de respirar. Luego se dio cuenta de lo que era. Paul y George bucearon hasta el fondo, y tumbados allí, la respiración contenida, asistieron a un celestial concierto de chillidos, gemidos, gruñidos, pitidos y otros sonidos que iban del bajo profundo al soprano alto, abarcando más de 10 octavas: el famoso canto del gubarte.

No es difícil imaginar el terror y el desconcierto que debieron de sentir los balleneros y otros hombres de mar, al oír estos misteriosos sonidos resonar bajo sus barcos. Estos cantos formaban parte desde antiguo de la tradición marinera, pero no pudieron ser explicados hasta los años cincuenta, gracias al trabajo de los científicos, W. E. Schevill, Scott McVay y Roger Payne.[41] Estos bellos y fantasmagóricos cantos pueden durar hasta treinta minutos y repetirse, nota por nota, indefinidamente. Cada ballena parece tener su propia variante del canto, si bien se desconoce aún cuál es su función. La mejor explicación de este fenómeno es que permite a los individuos seguir de cerca a otros miembros del grupo, lo cual resulta razonable en el caso de animales tan sociales.[42]

---

[40] *Moby Dick*. Bobbs-Merill Educational Publishing. Indianápolis. 1964 (primera edición de 1851), pág. 189.

[41] W. E. Schevill. «Underwater sounds of cetaceans» en W. N. Tavolga, ed. *Marine Bio-Acoustics*, Pergamon Press. Nueva York. 1964; R. S. Payne y S. McVay. «Songs of Humpback Whales», *Science* 173:585-597, 1971.

[42] Los sonidos de las ballenas se pueden escuchar en un soberbio disco estereofónico de CRM Records (álbum SWR-II). Es necesario disponer de un buen equipo de alta fidelidad para obtener el máximo beneficio de la virtuosidad de las ballenas, ya que si los altavoces son inadecuados las notas más altas y las más graves pueden perderse. El álbum va acompañado por un folleto de amplia

Desafortunadamente se sabe muy poco acerca de la vida social de las ballenas, pero lo que se conoce es fascinante. Por ejemplo, las hembras con crías están custodiadas por hembras «guardianas». Cuando el trío se halla en aguas profundas, la guardiana nada por debajo de la madre y la cría, como si esperara que cualquier posible peligro hubiera de venir en esa dirección. Cuando el fondo marino está a la vista, el océano parece un lugar apacible, pero cuando no se puede ver, es inquietante y desorientador.

Las ballenas no sólo poseen un comportamiento fascinante, sino que físicamente son también una maravilla. La ballena azul es el animal más grande que existe en el planeta. Un dinosaurio herbívoro tan gigantesco como el brontosaurio pesaba cincuenta toneladas, mientras que una ballena azul ya pesa esa cantidad antes de llegar a la pubertad; acabado su desarrollo, pesa unas ciento cincuenta toneladas, lo cual supone el peso de más de tres brontosaurios. Su longitud supera los treinta metros, una longitud mayor que la de ningún otro animal. Cuando semejante ballena se coloca verticalmente en el agua, con la cola en la superficie, el hocico queda a suficiente profundidad como para verse expuesto al peso de tres atmósferas. Es muy probable que desciendan a enormes profundidades, más de una milla, donde soportan más de doscientas veces la presión atmosférica que experimenta una persona en tierra a nivel del mar.

El corazón de una ballena azul pesa media tonelada y un niño podría gatear por la arteria principal. Su provisión de sangre asciende a ocho mil litros, lo cual, de ser gasolina, sería suficiente para dar dos vueltas al mundo en un automóvil pequeño. Su cerebro puede pesar más de seis kilos, el cuádruple que el de un adulto humano, y presenta muchas circunvolucio-

---

información.

nes y otros indicios anatómicos de gran inteligencia lo cual ratifica la habilidad intelectual que se ha observado en ballenas en cautividad.[43]

El caso de las ballenas demuestra, sin lugar a dudas, cómo el conocimiento de determinados animales puede transformar la actitud hacia ellos. Las ballenas fueron consideradas en otro tiempo un mero recurso económico y, como se describirá más adelante, varias especies estuvieron al borde de la extinción por ese motivo. Actualmente se las contempla cada vez más como un recurso estético, no por ello carente de valor económico.

El punto de vista de un biólogo

Decir que la vida del *Homo sapiens* se ha enriquecido estéticamente por contacto con los demás organismos del planeta es decir muy poco. Para un biólogo, cada nuevo día es una fuente potencial de sorpresas agradables, sea el descubrimiento de que «un excremento de ave», en un bosque tropical, es en realidad un cúmulo de bichos de dos colores, agrupados para simular un excremento; sea el hallazgo de que un insecto que se suponía se alimentaba sólo de una planta, de hecho depende de otra para sobrevivir y muchos otros interesantes fenómenos.

No obstante, que la vida sea interesante para los biólogos ¿es razón suficiente para preservar la diversidad orgánica? Quizá sí, por el placer y la dedicación de esta minoría de *Homo sapiens,* y por lo que sus estudios pueden ofrecer al resto del mundo. Otra razón sería el altísimo número de no biólogos que están, o pueden estarlo en potencia, interesados por esa misma diversidad. Son muchos los niños interesados en la historia natural, tema que los sistemas escolares actuales no fomentan en absoluto.

Además, existen millones de adultos que disfrutan, de un modo u otro, de la naturaleza. Sólo en Estados Unidos existen

---

[43] Buena parte de la información acerca del rorcual azul está basada en George L. Small, *The Blue Whale,* Columbia University Press, Nueva York, 1971.

8 millones de observadores de aves. En 1965, una encuesta sobre esparcimiento al aire libre mostró que cerca de 20 millones de norteamericanos realizan excursiones al campo y que casi 3 millones de ellos, al año, se dedican a fotografiar la fauna.[44] La acuariofilia —actividad muy ligada a la diversidad piscícola— es la afición más extendida en este país. Los enamorados de las plantas suculentas son tantísimos que el «robo de cactus» está tipificado como delito en el sudoeste de Estados Unidos y existe un número formidable de personas que tienen reptiles y aves como animales domésticos. El interés que despierta la flora de la Stanford University's Jasper Ridge Preserve es tal que se han establecido controles estrictos para evitar que resulte pisoteada algún área de investigación. Por supuesto, los centros de naturaleza y conservación, en Estados Unidos, se cuentan por centenares. Todas estas estadísticas son aplicables a otros muchos países en los que las aficiones naturalistas pueden ser incluso mayores; Winston Churchill y Vladimir Nabokov no escondían su afición a coleccionar mariposas.

El *Explorer* de la Lindblad —un lujoso barco destinado a «cruceros naturalistas»— tiene comprometidos, con años de antelación, sus viajes a la Antártida por parte de personas dispuestas a pagar muchos miles de dólares por chapotear en el guano, por verse rodeadas de miles de pingüinos anidando, por tiritar en botes de goma para ver las focas devoradoras de cangrejos asolearse en los témpanos de hielo, o por trepar escarpados declives para observar cómo anidan los albatros en las Malvinas. El *Explorer* es tan popular que otra compañía ha dispuesto un barco y programado un crucero para emularlo.

Lo mismo cabe decir de los popularísimos safaris a los parques del Este de África. Nunca olvidaremos el día en que una leona empleó nuestro *land-rover* como escondite para acechar (infructuosamente) un ñu, la primera vez que un elefante macho nos amenazó con una breve carga, o el día que Hugo von

[44] Señalado por F. T. Bachmura, «The economics of vanishing species», *Natural Resources Journal* 11:687, 1971.

Lawick nos presentó los perros salvajes que él y Jane Goodall habían estado estudiando en Serengueti, cada individuo identificado por su pauta de color característica. Tampoco olvidaremos aquella hora que pasamos contemplando cómo dos elefantes se miraban uno a otro, diríase que con amorosa atención, en una charca de Kenia. Las llanuras del Este africano pueden brindar al *Homo sapiens* uno de los últimos atisbos de cómo era la Tierra antes de que la humanidad explorara su superficie.

Claro está que, aunque el número total de visitantes de la Antártida, de las llanuras del Este de África, de los bosques húmedos tropicales u otros lugares exóticos para turismo naturalista es importante, todavía representa una fracción ínfima de la humanidad. Sin embargo, millones de observadores de plantas, bichos y aves de jardín constatan que el placer de conocer otros seres vivos no es patrimonio exclusivo de los adinerados. En realidad, un gran número de niños que habitan en barrios marginales se habrán entusiasmado —o podrían entusiasmarse— al ver el nacimiento de una camada de guppy en el acuario de la escuela. O al ver construir un nido de burbujas a un espléndido macho de combatiente, púrpura o azul brillante, para abrazar debajo de éste a su pareja y capturar luego con la boca los huevos fertilizados e inyectarlos en el nido. Ningún encuentro con tiburones, oreas, leones, rinocerontes, elefantes, chimpancés, mariposas exóticas u hormigas cazadoras que Paul haya experimentado en su vida de naturalista de campo le ha impresionado tanto como el descubrimiento que realizó, siendo niño, de que una mariposa de la seda gigante —un polifemo— había emergido de un capullo que había estado observando. Es una emoción nada costosa, al alcance de prácticamente cualquier niño o adulto interesado en el tema.

Ni siquiera es necesario tener experiencia directa con otros seres vivos en la naturaleza para enriquecerse con ellos. Una visita a los primates del zoológico puede proporcionar, a una persona receptiva, datos enciclopédicos sobre el parentesco del ser humano con otros animales, así como sobre lo que esos animales sufren en cautividad.

Pero más allá de la compasión por los leopardos y las crías de foca sacrificados por sus pieles y más allá del deleite del naturalista por los millones de estilos de vida diferentes creados por la evolución, en todas las sociedades civilizadas parece existir una sensibilidad más profunda hacia otras formas vivas. Esto puede apreciarse en Occidente, como ha señalado el naturalista Jim Fowler, en el uso de símbolos. Estos símbolos incluyen el puma del Mercury Cougar, el halcón del Ford Falcon y el zorro de Audi Fox, y también metáforas y símbolos antiguos y que se han perpetuado a través de los tiempos en frases como tigre real, corazón de león, valiente como un toro, fuerte como un roble, astuto como un zorro y libre como un pájaro. Esto también se pone de manifiesto en símbolos nacionales como el águila doble de Napoleón, el oso de Rusia o el águila norteamericana.

En muchas culturas, los individuos han mantenido relaciones tan especiales con otros elementos vivos, animales en particular, hasta el punto de haberles rendido culto. Estas relaciones sobreviven en las diferentes culturas y en las historias populares para niños, tanto en las de ficción como en las que no lo son. Sería un error sobrestimar la especial importancia que poseen los animales para los niños. La extinción de muchas especies animales privaría a las futuras generaciones infantiles del placer de conocer la versión auténtica de los animales que aparecen en sus libros.

Los individuos de todas las culturas parecen sentirse más «humanos» en el contexto del mundo natural. Este fue, sin duda alguna, un factor de la huida hacia los extrarradios de las ciudades que se produjo en Estados Unidos después de la segunda Guerra Mundial. Probablemente, el contacto con la naturaleza sea fundamental para el bienestar psicológico humano. Tres biólogos de la Universidad de Wisconsin expresaban su opinión del siguiente modo:

> Por singulares que nos creamos, lo más probable, sin embargo, es que estemos genéticamente programados para vivir

en un hábitat natural con aire limpio y un paisaje verde, variado, como cualquier otro mamífero. Estar relajado y sentirse sano quiere decir, por lo general, permitir que nuestro organismo reaccione de la manera prevista por la evolución durante cientos de millones de años. Física y genéticamente, al parecer estamos muy bien adaptados a la sabana tropical, pero como animales culturales que somos, empleamos adaptaciones al pueblo y a la ciudad aprendidas. Durante miles de años, hemos tratado de imitar en nuestro hogar no sólo el clima, sino el ambiente de nuestro pasado evolutivo: calor, aire húmedo, plantas verdes e incluso animales de compañía. Hoy día, si podemos, nos hacemos construir un invernadero o una piscina junto al salón, compramos una casita en el campo o, como mínimo, llevamos los niños de vacaciones a la playa. Todavía no comprendemos las reacciones psicológicas específicas a la belleza y la diversidad naturales, a las formas y colores (sobre todo al verde) de la naturaleza, a los movimientos y sonidos de otros animales, como las aves, por ejemplo. Pero, es evidente que la naturaleza debería ser considerada como parte de las necesidades biológicas. No puede ser olvidada en las discusiones sobre la política de recursos para el ser humano.[45]

Son muchos los aspectos del comportamiento humano que confirman esta observación, por ejemplo, es bien conocido el efecto sedante del color verde. La gente trata de cultivar plantas incluso en los peores tugurios ciudadanos, y los habitantes de los extrarradios urbanos se suelen rodear de animales —perros, gatos, peces, pájaros— como si trataran de recuperar el tiempo en que los animales eran parte cotidiana de la existencia humana. Quizás el ser humano entienda de forma intuitiva que la conservación de la naturaleza no es sólo una actividad elitista, sino algo fundamental para sustentar su espíritu, cuando no su cuerpo.

---

[45] 17. H. H Iltis. P. Andrews y O. Loucks, «Criteria for an optimum human environment», *Bulletin of Atomic Scientists* 26(1):2-6. 1970.

EL DERECHO A EXISTIR

Queda aún un argumento más importante en favor de la conservación de las especies, que nada tiene que ver con el balance económico de costes y beneficios que produce a la humanidad. Esencialmente es un problema *ético* basado en un argumento capital para la conservación de todas las especies no humanas. Se trata simplemente del derecho a existir que poseen nuestros compañeros de viaje en la cosmonave Tierra, probablemente los únicos compañeros vivos en todo el Universo.

David Ehrenfeld, en su provocadora obra, *The Arrogance of Humanism*,[46] lo llamaba «el principio de Noé», en honor al más conocido practicante de la conservación de especies de la historia. En opinión de Ehrenfeld, las especies y comunidades deberían conservarse «porque existen y porque su existencia no es sino la expresión actual de un proceso histórico continuo de inmensa antigüedad y majestad. Se considera que una longeva existencia en la naturaleza lleva consigo el derecho irrecusable a una existencia continuada».

Otros muchos personajes —de Buda en adelante— se han cuestionado, sin duda, si la humanidad tiene derecho a matar otros animales, encaminándolos a la extinción. Para muchos de ellos, y para Ehrenfeld, ésta debe ser una forma extrema de arrogancia por la que cree que es la única forma viva importante, y que sólo a él corresponde decidir si se ha de permitir vivir o no al resto de las especies.

En el fondo, el argumento es religioso. No existe método científico que pruebe que los seres vivos no humanos (o, a este respecto, los humanos) tienen derecho a existir. Esta idea forma parte de una ética defendida por una parte de la humanidad que incluye a Ehrenfeld, al gran ecólogo inglés Charles Elton y a otros muchos preocupados por la conservación. Ehrenfeld califica su punto de vista de «no humanístico», pero dada

[46] Oxford University Press. Nueva York. 1978. Es lástima que este polémico libro no sea de lectura obligatoria para todos los miembros de las sociedades industriales.

la controversia que esta terminología ha desatado, es mejor denominarlo no homocéntrico, es decir, no centrado en las necesidades y deseos de la humanidad. En otras palabras, el *Homo sapiens* no es sino uno más entre millones de seres vivos; eso sí, muy numeroso y con un extraordinario poder para dominar al resto del mundo viviente.

El puesto de liderazgo que ha conseguido el *Homo sapiens* lleva implícita una gran responsabilidad moral —una administración, si se desea— a la que no se debe dar la espalda. Quizá *porque* se posee el poder de destruirlos, *se deben respetar los derechos del resto de especies del planeta.*

El ejercicio de esta administración plantea problemas muy complejos de índole práctica y moral; problemas que van desde cómo conseguir que la mayoría de los miembros de nuestra especie acepten la responsabilidad de la administración, hasta cómo tratar las especies que son enemigos declarados del ser humano, por ejemplo, el virus de la viruela y el parásito de la malaria.[47] ¿Qué principio debería reemplazar al chauvinismo humano en la elección entre la preservación de una especie o una población y el bienestar de la sociedad humana o de una fracción de la misma? La valoración de cualquier cosa en términos monetarios proporciona respuestas erróneas en la mayoría de los casos. Se han de desarrollar y aplicar otros patrones de medida para las decisiones que afectan al destino de las especies.

Como se verá más adelante, existen argumentos homocéntricos extremadamente poderosos para preservar la diversidad orgánica, pero todos ellos dejan la existencia de cada población y especie abierta a una negociación aislada. Si se pudiera demostrar, por ejemplo, que la vida de Mwelu —la cría del gorila Digit— no es útil para la humanidad, o que el terreno necesario para el sustento de Mwelu y de otros gorilas de su grupo podría, por el contrario, mantener otras diez o veinte personas ¿sería

[47] Bernard Dixon, «Smallpox — Inminent extinction and an unresolved dilemma», *New Scientist* 69:430-32, 1876.

moralmente correcto matar a Mwelu a golpes de lanza y dar caza al resto de la familia de Digit?

Por supuesto que no, y éste es el caso del pez babosa, el sapo houstoniano, la pedicularis de Furbish y multitud de otras formas vivas amenazadas que, al no estar tan emparentadas con el *Homo sapiens* como el gorila, despiertan mucha menos compasión en el ser humano. Así pues, se les debe reconocer el derecho a existir con independencia de si el ser humano las encuentra útiles o atractivas.

Tal como opinan muchos ecólogos, es necesario ampliar el concepto de «derecho» a otras criaturas —en realidad, incluso a los componentes inanimados del ecosistema, como pueden ser las rocas y el suelo— lo cual es necesario y connatural a la evolución cultural del *Homo sapiens.* La preocupación moral del ser humano debe ir más allá de su congénere *Homo sapiens,* y de sus animales domésticos hasta abarcar todo el sistema del que la humanidad forma parte.

La historia de la progresiva ampliación de la inquietud ética de la especie humana abre esperanzas de que la tendencia siga la dirección correcta. Desde la preocupación inicial por la familia o exclusivamente el grupo inmediato, se ha elaborado una tendencia constante a ampliar el círculo de lo que se considera merecedor de un comportamiento ético. Primero se incluyó la tribu, luego la ciudad-estado y, más recientemente, la nación. Durante el siglo XX, la preocupación de muchos grupos se ha ampliado a toda la humanidad.

Hace poco más de un siglo, muchos occidentales pensaban que no había necesidad de comportarse éticamente con ciertos seres humanos ya que, al igual que los esclavos o los miembros de las razas «inferiores», eran excluidos del grupo dominante. Hoy día, pocos occidentales —en realidad, pocos individuos de cualquier cultura— se atreverían a defender semejante punto de vista, a pesar de que el comportamiento no suele estar a la altura de los criterios morales profesados.

Y de la misma manera que la preocupación ética se ha ampliado al resto de los congéneres, así también lo ha hecho para

incluir entidades no humanas. Las grandes tradiciones religiosas de Occidente han alimentado, de una forma u otra, la falta de respeto por la naturaleza al destruir el animismo pagano, y en general, han fomentado la idea de que la Tierra es una propiedad humana a explotar según convenga al ser humano.[48] El aprecio de los seres vivos en su contexto natural —la naturaleza salvaje— ha llegado con retraso a Occidente a pesar de formar parte desde antiguo de la cultura y la religión de Oriente. Probablemente, el actual predominio de la cultura occidental puede deberse a su actitud predadora hacia la naturaleza y las demás sociedades. Los primeros colonos norteamericanos, sobre todo, consideraron la naturaleza salvaje como un enemigo mortal que había que conquistar y someter.[49] Tal era el punto de vista que prevalecía hace ciento cincuenta años; sin embargo, la idea de que la naturaleza es un enemigo todavía resta vigente en algunos reductos actualmente. Al hallarse cada vez más dominada la naturaleza salvaje del Este de Estados Unidos durante el siglo XIX, los ciudadanos empezaron a considerar las áreas naturales como refugios ante la ajetreada vida en sociedad. Escritores como Thoreau y Emerson alababan la belleza de la naturaleza salvaje y lo saludable que resultaba para el alma; por otra parte, durante ese siglo prosperó una escuela de paisajistas románticos que se dedicaron a retratar el espectacular escenario natural de Norteamérica.

En los últimos cien años, ha crecido sobremanera el número de norteamericanos y europeos que abogan por el resto del mundo natural. La persona que posiblemente mejor ha desarrollado estas ideas ha sido el héroe de todos los conservacionistas: Aldo Leopold. El desarrollo leopoldiano de una ética de la

---

[48] Lynn White, Jr., «The historical roots of our ecologic crisis». *Science* 155 1203-1207. 1967.

[49] La discusión acerca del carácter no homocéntrico de la tradición judeo-cristiana está ampliamente basada en el excelente artículo de Roderick Nash «Do rocks have rights? *«The Center Magazine*. noviembre-diciembre de 1977. Véase también su *Wilderness and the American Mind*, Yale University Press, New Haven. 1967.

tierra (término abreviado que emplea para referirse a los ecosistemas naturales) fue la culminación de la vieja tendencia histórica de llevar la ética más allá del estricto grupo familiar:

> La ética de la tierra amplía simplemente los límites de la comunidad para incluir el suelo, el agua, las plantas y los animales, o por decirlo en una palabra, el campo.
>
> ...Por supuesto que una ética de la tierra no puede prevenir la alteración, la gestión y el uso de estos «recursos», pero sí afirmar su derecho a una existencia continuada...
>
> En resumen, la ética de la tierra cambia el papel de *Homo sapiens*. De conquistador de la comunidad terrícola que era, pasa a ser miembro de a pie y un ciudadano más. Ello implica un respeto hacia los miembros individuales y también hacia la comunidad como tal.[50]

Esta opinión de Leopold data de 1948; por desgracia, las actitudes hacia la naturaleza que él deploró —el hecho de que las cosas naturales no tengan valor excepto para quienes las explotan— todavía predominan en la cultura occidental, si bien algo parecido a la ética de la tierra empieza a cuajar en un número creciente de individuos. Hoy día, el espíritu de Leopold se perpetúa en personas como David Ehrenfeld y Roderick Nash, que arguyen contra el punto de vista homocéntrico de la conservación; el abogado Christopher Stone, que habla en favor de otorgar a las entidades naturales un «standing» en las causas judiciales;[51] Shirley McGreal y sus colaboradores de la International Primate Protection League (Liga Internacional para la Protección de los Primates), que lucha por los derechos de la familia de Digit; el conservacionista David Brower, fundador de Friends of the Earth (Amigos de la Tierra), que pelea por salvar las ballenas, los cañones, las áreas naturales vírgenes, y todos los demás recursos naturales de nuestro planeta; y

---

[50] *Sand County Almanac*. Oxford University Press. Nueva York. 1949 (reeditado en 1970). pág. 204.

[51] C. D. Stone. Should Trees Have Standing? Toward Legal Rights for Natural Objects, Kaufmann. Los Altos. California, 1974.

sir Peter Scott y sus colegas del World Wildlife Fund. El espíritu de Leopold pervive en los miembros de todos esos grupos, así como en la Audubon Society, la Conservation Society, la Nature Conservancy, el Sierra Club, los Defenders of Wildlife, la Wilderness Society, las National and International Wildlife Federations y otras muchas organizaciones que luchan por la preservación de las especies en Estados Unidos y otros lugares. Todos ellos y millones de individuos más creen firmemente que el *Homo sapiens* debería actuar de forma más cuidadosa.

Incluso las personas que todavía poseen una idea homocéntrica con respecto a las especies no humanas y demás objetos naturales están, de alguna manera, contagiadas con la idea de que la ética debería ir más allá del *Homo sapiens.* Ni siquiera los responsables estatales del desarrollo, los ejecutivos de las compañías petrolíferas o los ingenieros militares aprobarían el asesinato masivo de gatos sin amo, a pesar de no ser propiedad de nadie, ni servir absolutamente para nada.

El hecho de que los animales tienen derechos intrínsecos y deben ser protegidos contra posibles abusos, hoy día es un concepto muy extendido actualmente en la sociedad. Esta teoría se patentiza en el rechazo general de espectáculos como el sacrificio de crías de foca en Canadá y la matanza de delfines por los pescadores japoneses, a la vez que se dictan leyes al respecto. La tendencia general en los zoos a alojar los animales en espacios amplios, con entornos relativamente «naturales» y el desarrollo de «parques zoológicos», constituyen otras tantas manifestaciones de preocupación y compasión en torno a las especies.

Es de esperar que la ética de la tierra de Aldo Leopold se extienda rápidamente en los próximos años, como se extendió entre la población de Estados Unidos, en los años iniciales de la década de los setenta. Cuando el momento es propicio, las transformaciones sociales discurren a una velocidad increíble. Las leyes que rigen el trato hacia otras especies siguen siendo hoy por hoy, con mucho, de índole económica, y si existe algo en la cultura humana que no está maduro para el cambio, es el

vacilante sistema económico. La ética de la protección del medio ambiente debería independizarse totalmente de la contaminación de las consideraciones económicas a corto plazo. Rod Nash lo expone de forma más dura: «uno no repara en el precio si alguien le amenaza con violar a su hija. Con la ética ambiental hecha realidad, lo mismo puede decirse cuando se intenta violar la tierra».[52]

No obstante, considerando la alta tasa de extinción y deterioro ambiental que prevalece hoy día, no sería muy prudente tratar de convencer a los violadores ambientales de que adopten una nueva ética de la tierra, o que preserven las demás especies porque son bonitas, interesantes o dignas de compasión. Aunque esta nueva ética podría ser adoptada rápida y ampliamente, también podría no serlo jamás. Sin un cambio importante de actitud y comportamiento hacia la naturaleza, las consecuencias *serán catastróficas para todas las especies, incluida la humana.*

Así pues, es interesante redundar en torno a los argumentos homocéntricos en pro de la preservación de la diversidad orgánica, en el convencimiento de que son lo suficientemente contundentes para persuadir hasta al más recalcitrante chauvinista humano de que la protección de los gorilas y del resto de seres vivos, redunda en su propio interés personal.

[52] «Do rocks have rights?» óp. cit.

4. BENEFICIOS ECONÓMICOS DIRECTOS DE LA PRESERVACIÓN DE LAS ESPECIES

> *Si las especies pueden demostrar su valía a través de su contribución a la agricultura, la tecnología y otras actividades prosaicas, podrán presentar una firme reivindicación a un espacio para su supervivencia en un mundo abarrotado.*
>
> NORMAN MYERS.
> *The Sinking Ark*

Los beneficios directos que determinadas especies proporcionan a la humanidad no suelen tenerse en cuenta demasiado y, sin embargo, pueden resultar muy valiosos. En 1955 moría el padre de Paul tras luchar denodadamente durante trece años contra el mal de Hodgkin, una especie de leucemia del sistema linfático. Poco después de su muerte, unos científicos canadienses descubrían que un extracto de hojas de una vincapervinca procedente de Madagascar producía una disminución del número de glóbulos blancos en las ratas. Los químicos de Eli Lilly & Company analizaron las hojas de la vincapervinca y obtuvieron una larga lista de alcaloides, unos productos tóxicos que las plantas sintetizan para protegerse de los animales que las comen y de los parásitos que las infectan.[53] Dos de esos alcaloides, la vincristina y la vinblastina, se han mostrado eficaces en el tratamiento del mal de Hodgkin. En efecto, el tratamiento con vincristina, en combinación con otros agentes químicos, produce actualmente una tasa de remisión muy elevada, y gracias al mismo los pacientes pasan largos períodos en los que no necesitan ningún otro tratamiento, incluso en los estadios más avanzados de la enfermedad.

---

[53] P. R Ehrlich y P. H Raven, «Butterflies and plants: a study of coevolution». *Evolution* 18:586-608. 1964.

Así pues, un hallazgo químico de este tipo en una especie vegetal podría haber ayudado a prolongar la vida de Bill Ehrlich, y ahora está a disposición de las cinco o seis mil personas que, sólo en Estados Unidos, contraen anualmente el mal de Hodgkin. Para tener una idea de su valor económico, el total de ventas de vincristina en 1979, a escala mundial, fue de 35 millones de dólares.[54] La vincristina se emplea también, junto con otros ingredientes, para combatir una gran variedad de cánceres, incluidos, el cáncer de mama y ciertos cánceres infantiles y enfermedades análogas, incluida una forma de leucemia. Si esa especie de vincapervinca hubiera sido exterminada antes de 1950, la humanidad habría sufrido una gran pérdida, de la que nadie se habría percatado.

BENEFICIOS MÉDICOS

La vincristina de la vincapervinca malgache es sólo un ejemplo de las infinitas maneras en que las plantas y los animales pueden contribuir a beneficiar la salud humana y la medicina. Quizá la mejor manera de apreciar las futuras aportaciones médicas de otras especies a la humanidad sea considerar lo que ya se ha recibido.

Plantas y microorganismos en medicina

Buscar remedios para enfermedades en el reino vegetal es una tradición muy antigua. El empleo en la medicina de la familia de las vincapervinca no es nuevo, e incluso, para el tratamiento del cáncer, se han utilizado plantas de otras familias al menos desde los tiempos de Hipócrates, cuatro siglos antes de

[54] La información acerca de los orígenes de la pervinca es de G. E Trease y W.C. Evans, *Pharmacognoscy*. 10 ed., Williams and Wilkins, Baltimore. 1972, mientras que las cifras de ventas son de Norman Myers. «What is a species worth?, manuscrito para *Science Digest*. 1980.

Cristo.[55] Pero el empleo masivo de plantas como fuente de medicamentos por parte de los indígenas, indica que esta tradición es mucho más antigua. Por ejemplo, los indios navajos emplean cerca de doscientas plantas con fines medicinales. Los herbolarios y chamanes africanos y asiáticos también utilizan intensivamente las plantas locales, como lo hacen los sistemas médicos tradicionales de China y la India. Tanto en los pictogramas egipcios como en las tablillas de barro de los babilonios, se encuentran inscripciones relativas al empleo de plantas contra las enfermedades. Incluso los neandertales emplearon al parecer plantas medicinales.[56]

En las últimas décadas, los científicos han descubierto que muchas de las plantas empleadas en los sistemas médicos tradicionales poseen sustancias químicas que son eficaces contra algunas dolencias tratadas. Por ejemplo, los indios peruanos tenían un remedio para ese azote mortal que es la malaria, compuesto de extractos de corteza del quino, un árbol de la familia del café. Las plantas, árboles del género *Cinchona*, viven en Perú, Colombia, Ecuador y Bolivia. El remedio llegó a España en 1639 y los jesuitas se encargaron de difundirlo masivamente, por lo que recibió el nombre de «polvo de jesuita» o «polvo peruano».

El componente activo más importante de la corteza del quino es la quinina, un alcaloide parecido a la vincristina. Se extrajo por vez primera de la corteza en 1820, y estuvo disponible para su venta en 1823. Durante un siglo, la quinina fue el tratamiento básico contra la malaria. La demanda de quinina a mediados del siglo XIX obligó a cultivar el quino en plantaciones y, hacia 1930, a la síntesis de sustancias químicas similares.

---

[55] S. M. Kupscher, I. Uchida, A. R Bronfman, R. G. Dailey, Jr., y B. Yu Fei, «Antileukemia principies isolated from Euphorbiaceae plants». *Science* 191:571, 1976.

[56] W. H. Lewis y M. P. F. Elvin-Lewis. *Medical Botany: Affecting Man's Health*, Wiley, Nueva York, 1977: una excelente y exhaustiva obra. Véase también R. S. Solecki, «Shanider IV, a Neanderthal flower burial in northern Iraq». *Science* 190:880-881, 1975.

Estas sustancias han reemplazado hoy día a la quinina, pero su diseño básico estuvo inspirado en el extracto químico de una planta natural.

Las plantas ayudan también al ser humano —sobre todo en los países industriales— a combatir otro tipo de enfermedades mortales: vinculadas al corazón y al sistema circulatorio. La reserpina —alcaloide de *Rauwolfia* (género emparentado con la vincapervinca)— se emplea masivamente en el control de la hipertensión sanguínea. El *Digitalis* (digital) —planta de la familia del dragón— es la fuente de un medicamento básico para el tratamiento de los enfermos crónicos de corazón. Esa sustancia estimula el bombeo de sangre por el corazón con un gasto energético menor.

Los médicos utilizan las hojas secas de *Digitalis* y los ingredientes activos extraídos de ellas, en cantidades ínfimas. Una dosis oral típica viene a ser del orden de unas treinta cienmilésimas de gramo. Una dosis superior produce náuseas, vómitos, pérdida de apetito, vista nublada y muerte, lo que demuestra la eficacia de las defensas químicas del digital contra los animales ramoneadores.

Las plantas han desarrollado defensas muy ingeniosas contra los mamíferos que podrían comérselas. Ciertos hongos, cactus, parientes de la ortiga, legumbres, plantas de la familia de la patata, dondiegos y amapolas, por nombrar unas cuantas, contienen sustancias químicas con efectos graves sobre el sistema nervioso que producen alucinaciones o depresión.

En cualquier parte del mundo existen seres humanos que hacen uso de plantas psicoactivas con fines religiosos o recreativos. No está muy claro si esto ha de considerarse como un beneficio derivado de otras especies, ya que, al menos en Estados Unidos y en otras naciones, el coste de la drogadicción es muy elevado; lo que es indiscutible son los enormes beneficios que se han obtenido de la planta psicoactiva más famosa, la adormidera. Calmantes como la morfina y la codeína son alcaloides derivados del opio, si bien, han de emplearse con sumo

cuidado ya que es fácil habituarse. En algunos países, otro derivado del opio, la heroína, se suministra para calmar el dolor en pacientes terminales.

Existe abundante literatura sobre productos vegetales que afectan a la salud humana.[57] Los ejemplos que se han ofrecido aquí son sólo una ínfima parte de las drogas anticáncer, diuréticos, tratamientos contra la disentería, productos antiparasitarios, dentífricos, calmantes dentales, remedios para úlceras, laxantes, tratamientos contra enfermedades venéreas y demás, que el *Homo sapiens* ha obtenido únicamente de las plantas superiores.

La contribución total de las plantas a la medicina actual se puede valorar gracias a la presencia de productos químicos de origen vegetal que actúan ingredientes principales o únicos de casi la cuarta parte de todas las prescripciones que anualmente se libran en Estados Unidos. Los productos derivados de las plantas inferiores y bacterias representan el 13% restante. Una proporción similar de compuestos de origen vegetal se encuentra en los productos farmacéuticos sin prescripción facultativa. Además, resulta más económico y sencillo obtener 69 de las 76 drogas vegetales principales comercialmente a partir de la propia planta que sintetizarlas. Estados Unidos y otros países industrializados necesitan importar, de los países en desarrollo, la mayor parte de la materia prima vegetal que se emplea en la fabricación de medicamentos.

Otras especies que han brindado una ayuda inestimable a la humanidad son, sin duda, los hongos inferiores y las bacterias. En muchas culturas precientíficas, se recomendaba aplicar a las heridas infusiones de pan enmohecido. Como tantos otros remedios populares, éste resultó ser bastante ineficaz. Después del descubrimiento de Pasteur en 1877, los científicos repararon una y otra vez en que la presencia de ciertos hongos y bacterias inhibía el crecimiento de otros hongos y bacterias. En

[57] Por ejemplo, Lewis y Elwin-Lewis, *Medical Botany*. op. cit. Ésta es la fuente de procedencia de algunas de las informaciones de esta sección.

1928, sir Alexander Fleming observó que un moho, *Penicillium notatum*, que había contaminado una pleca de cultivo de bacterias, mataba la bacteria *Staphylococcus aureus* (una especie que puede causar furúnculos y carbunco). Fleming, en una publicación de 1928, sugería que la sustancia bactericida del hongo podía tener valor terapéutico, iniciando de ese modo la carrera del primero y más conocido antibiótico: la penicilina.

En estos momentos se conocen casi mil antibióticos. Algunos, como la penicilina, provienen de hongos, como, por ejemplo, la cefalosporina C y griseofulvina Otros, como la bacitracina, la cloromicina, la eritromicina, la estreptomicina y la tetraciclina, son de origen bacteriano. También en las plantas superiores se han encontrado algunos antibióticos, aunque ninguno de ellos se ha empleado todavía con fines médicos.

Cualquier persona que haya nacido después de la segunda Guerra Mundial conoce perfectamente la repercusión que han tenido los antibióticos en la salud humana. Los temores que producían una gran variedad de lesiones y enfermedades han desaparecido por completo. Las heridas de guerra y las operaciones quirúrgicas son mucho menos mortíferas desde que es posible disponer de antibióticos para controlar las infecciones bacterianas. Azotes como la peste bubónica, la tuberculosis, el tifus epidémico, la fiebre tifoidea, la escarlatina, la difteria, la neumonía bacteriana, la sífilis y la gonorrea y todo el espectro en sí de enfermedades causadas por bacterias pudieron ser tratadas con mucha más eficacia.

Después de la guerra, los antibióticos se extendieron poco a poco en todo el mundo. De hecho, es más fácil conseguir estos antibióticos en las selvas de algunos países pobres que en Estados Unidos, donde su distribución está más controlada. Junto al uso de pesticidas sintéticos contra los mosquitos de la malaria y otros organismos causantes de enfermedades, el empleo de antibióticos ha conllevado una brusca caída de la tasa de defunción, sobre todo entre los jóvenes. Esto, a su vez, ha provocado la explosión demográfica de los países pobres, que antes tenían altas tasas de natalidad y mortalidad. El control de

las enfermedades ha logrado disminuir el número de fallecimientos, pero no ha afectado significativamente a la tasa de nacimientos.

Asegurando futuros beneficios

Resulta irónico que la explosión masiva de la población, debida en parte a los antibióticos, pueda limitar el acceso futuro del *Homo sapiens* a nuevos antibióticos y otros productos vegetales de utilidad terapéutica. La búsqueda ha de proseguir, ya que se han de encontrar sustitutos de los actuales que resulten eficaces cuando las bacterias se hagan resistentes a éstos. Las fuentes potenciales más prometedoras parecen ser las plantas superiores, que también son víctimas de los ataques de hongos y bacterias, y, por lo visto, a menudo han desarrollado la capacidad peculiar de producir antibióticos.

Las reservas más importantes de la Tierra en cuanto a especies de plantas superiores se refiere son las selvas tropicales. Y éstos son los hábitats del planeta más amenazados, en parte debido al crecimiento explosivo de la población humana que ha tenido lugar en los trópicos.

Desgraciadamente, a pesar de los enormes beneficios médicos que el *Homo sapiens* ha obtenido de mundo botánico, la investigación sistemática de la utilidad de las especies vegetales como medicamentos está prácticamente virgen. Por ejemplo, según el conservacionista Norman Myers, sólo un 2% de las plantas con flor —unas cinco mil especies— ha sido ensayado en busca de alcaloides.[58]

Sin embargo, los pocos experimentos realizados han proporcionado una lista impresionante de compuestos útiles. El cuarto de millón de plantas con flor estimado, es en potencia una mina de oro en cuanto a nuevos productos químicos beneficiosos se refiere. Con el programa del Instituto Nacional del

[58] *The Sinking Ark.* Pergamon Press. Nueva York. 1979, pág. 70.

Cáncer, cuyo presupuesto es de cerca de millón y medio de dólares al año, se ha analizado, grosso modo, algo más del de esas especies vegetales. De momento, sólo quince especies han proporcionado sustancias lo suficiente eficaces como para ensayarlas en pacientes humanos.[59]

El hecho de que las plantas hayan sido «analizadas grosso modo», se debe a que las sustancias químicas defensivas de las plantas presentan una distribución muy irregular ya que, a menudo se encuentran en una parte de la planta y no en el resto. Unas, por ejemplo, estarán en las semillas, pero no en las hojas, e incluso pueden tener distintas concentraciones de sustancias según el tipo o la edad. También pueden producirse variaciones de distribución muy considerables entre plantas individuales, así como distintas poblaciones de la misma especie pueden variar radicalmente en su espectro de defensas químicas.

De ahí que el rastreo exhaustivo en busca de compuestos defensivos, incluso en una especie individual, sea un proceso tan difícil y laborioso que ningún biólogo con conocimiento de causa se atrevería a afirmar que se ha analizado exhaustivamente siquiera *una* especie relativamente extendida. Si la civilización desea aprovechar al máximo la potencial prodigalidad del mundo vegetal, es necesario ir más allá de la preservación de las especies, además de conservar la variabilidad *dentro de cada especie.*

Desgraciadamente, la humanidad no está actualmente bien organizada para extraer beneficios sustanciales del potencial medicamentoso de las plantas del mundo. La exploración y el rastreo son arriesgados, penosos y caros. Las empresas farmacéuticas han sufrido pérdidas debido a los riesgos que esto conlleva, a veces, agravado por la falta de preparación adecuada del personal que realiza el trabajo.[60] Por ello, estas empresas se

---

[59] Ibíd. pág. 72.

[60] Para ejemplos de los problemas que las compañías farmacéuticas han experimentado véase N. Farnsworth y R. Morris, «Higher plants —the sleeping giant of drug development», *American Journal of Pharmacology* 148:46-52, marzo-abril 1976.

muestran comprensiblemente reacias a lanzarse a largos programas de exploración en busca de nuevas fuentes vegetales.

Probablemente, el tipo de programa necesario —con fuertes inversiones económicas para que un personal adecuadamente preparado pueda llevar a cabo la exploración y los sondeos preliminares— podría ser organizado por instituciones gubernamentales. De esta forma, los compuestos interesantes podrían quedar luego a disposición de las empresas que quisieran adquirirlos. O bien, podrían financiarse los programas exploratorios añadiendo un impuesto sobre los medicamentos. En 1980, el valor de los medicamentos derivados de plantas superó probablemente los seis mil millones de dólares, sólo en Estados Unidos. El 3% de esta cifra permitiría disponer de 200 millones de dólares al año para investigar con suficiente garantía especies vegetales tropicales como fuentes de medicamentos.

Esos programas serían, desde luego, una buena inversión, dado que los insignificantes esfuerzos realizados hasta ahora han proporcionado sustanciosos beneficios. Por otra parte, como los problemas con que se enfrenta el ser humano cambian con el tiempo, y también cambia su capacidad para hacerse preguntas, hasta las especies perfectamente estudiadas y consideradas hoy día inútiles para la medicina deberían ser preservadas en la esperanza de que futuras generaciones las encuentren útiles. Después de todo, el *Penicillium notatum* (hongo del que se extrae la penicilina) no servía para nada en la época de la Guerra Civil norteamericana, cuando aún no se conocía el papel de los «gérmenes» como causantes de enfermedades.

Por este motivo, un aspecto importantísimo de un programa de búsqueda de fuentes vegetales de medicamentos es la preservación de las comunidades naturales de plantas, en especial las ricas selvas tropicales.

Aportaciones de las especies animales a la medicina

Lo que la naturaleza ha aportado a la medicina, o puede aportar en potencia, no se limita únicamente a las sustancias

bioquímicas de origen vegetal. Los extractos de ciertos animales marinos emparentados con los constructores de los gigantescos arrecifes coralinos, se han revelado como posibles agentes anticancerígenos, como, por ejemplo, las esponjas marinas de las que se ha extraído antibióticos de amplio espectro.[61] Asimismo, existen al parecer sustancias potencialmente anticancerígenas en una amplísima variedad de animales marinos, como anémonas, anélidos, almejas, pepinos de mar, ascidias, briozoos, nemertinos, tiburones y pastinacas. Los animales marinos han proporcionado sustancias con una amplia gama de usos en medicina, desde compuestos antivíricos y bactericidas, hasta anticoagulantes, anticonceptivos, así como sustancias básicas para el control de las úlceras y de la hipertensión.[62] La citarabina, que se obtiene de una esponja, se emplea en el tratamiento de la leucemia y, por sus propiedades antivíricas, contra el herpes.[63] Cuando se utilizan los océanos como vertedero final de agentes contaminantes, en definitiva lo que se está haciendo es atacar una vasta farmacopea, cuyos componentes, como los de las selvas tropicales, apenas se han empezado a estudiar.

Otras drogas de origen animal tienen también aplicación médica. Por ejemplo, el *ancrod* —el veneno de un crotálido de Sumatra, pariente de la serpiente cascabel— se emplea como anticoagulante, es decir, como un agente que previene la formación de coágulos en la sangre, responsables, entre otras cosas, de los ataques de corazón. Se sabe que el veneno de las abejas alivia la artritis, y que una secreción de las larvas de moscarda acelera la cicatrización.

Sin embargo, la principal contribución de los animales a la medicina ha tenido lugar en el campo de la investigación y la

---

[61] G. D. Ruggieri, «Drugs from sea», *Science* 194:491-497, 1976.

[62] Véase la información sobre el simposio de biomedicina marina en el número de diciembre de 1969 de *Lloydia*.

[63] Ruggieri, «Drugs from the sea», op. cit.; la citarabina se conoce también con el nombre de arabinósido de citosina.

experimentación de las enfermedades y la salud humanas. Ratas, ratones, monos rhesus, chimpancés y otros muchos animales más han servido como sustitutos del ser humano en una variedad enorme de experimentos médicos y en ensayos de seguridad de posibles toxinas y agentes cancerígenos. Asimismo, la investigación sobre especies exóticas de animales salvajes ha contribuido al conocimiento de la psicología humana. Por ejemplo, el estudio del comportamiento de los elefantes sometidos a tensiones nerviosas en diferentes tipos de hábitat, puede brindar las claves del origen ambiental de las enfermedades cardiacas del ser humano.[64] El calamar ha desempeñado un papel primordial en la investigación del funcionamiento de los nervios, los humanos incluidos. Por su parte, el microbio de la lepra se cultiva mucho mejor en armadillos.[65]

El pinché común se ha revelado como un excelente animal de investigación para el desarrollo de una vacuna contra un tipo de cáncer parecido al mal de Hodgkin, producido por un virus del herpes. Este trabajo demostró que en esa especie, bastante próxima al *Homo sapiens*, se puede prevenir el cáncer mediante inmunización. Un trabajo similar ha puesto de relieve que un virus, tenido por agente causal de cáncer humano, es igualmente cancerígeno para los pinchés y los monos de noche. Es posible que experimentos con éstos u otros primates no humanos menos frecuentes lleven al desarrollo de vacunas eficaces contra algunos tipos de cáncer del ser humano.

Moscas de la fruta, ratones, conejillos de Indias, avispas, salamandras, ranas de uñas Africanas, erizos de mar y mariposas son sólo un botón de muestra de los animales que han ayudado a los científicos a comprender las bases de la genética y la embriología y, en consecuencia, de la herencia y el desarro-

---

[64] S. K. Sikes, «Observations on the ecology of arterial disease in the african elephant (Loxodonta africana) in Kenya and Uganda», Symposium of the Zoological Society of London, n° 21, págs. 251-273, 1968.

[65] S. S. Cohen, «Comparative biochemistry and drug design for infectious disease», Science 205:964-971, 1979.

llo humanos (en este campo también han desempeñado un papel importante los mohos y las bacterias). Por consiguiente, los animales empleados en la investigación han ayudado en la lucha contra las enfermedades y defectos de nacimiento, como el mongolismo, la enfermedad de Tay-Sachs y la anemia falciforme. Este tipo de investigación permite concebir grandes esperanzas en la resolución satisfactoria del problema del cáncer, enfermedad que constituye una alteración del control genético de las células. No obstante, es imposible predecir qué animales de los aún no estudiados pueden ser instrumentos experimentales decisivos en la lucha contra esa temible familia de enfermedades.

La utilización de otras especies animales en pro de la salud humana plantea problemas morales relacionados con los «derechos» de las demás especies a existir. Cuando una especie es útil, ¿tiene derecho la humanidad a explotarla hasta la extinción, o, por el contrario, el *Homo sapiens* está obligado a protegerla y prodigarle la máxima atención? ¿Qué tipo de experimentos y con qué tipo de animales son moralmente aceptables? Desde luego, sólo un necio recomendaría sobreexplotar un organismo útil.

Sin embargo, en cuanto a los cuidados que han de tenerse en la explotación, existe una división de opiniones, incluso entre los biólogos. La mayoría coincidiría en que cuanto más parecido al ser humano es un animal, mayor es su capacidad de sufrimiento y más compasivo y moderado debe ser el trato dispensado. En el curso de múltiples investigaciones, se ha dado muerte a muchas mariposas y peces de arrecife ocasionales, por los que no se siente ningún tipo de remordimiento. Por el contrario, los sentimientos que inspiran el sacrificio de mamíferos son muy distintos.

A veces, cuando una especie amenazada puede proporcionar un beneficio directo a la humanidad, la elección moral es comprometida. En realidad, pocas personas se negarían a comerse los últimos representantes de una especie si la alternativa

fuera perecer de hambre. Ni nadie se escandalizaría por sacrificarlos en un experimento médico, si el no hacerlo costara muchas vidas humanas. Sin embargo, la elección no es casi nunca tan clara.

Por ejemplo, la hepatitis B es una enfermedad humana muy extendida, producida por un virus[66] que se transmite mediante transfusiones de sangre, agujas contaminadas de drogadictos, relaciones sexuales, y posiblemente mediante picadura de insectos. La enfermedad raramente es mortal, aunque en los pacientes de avanzada edad, la tasa de defunción puede llegar al 10 o incluso al 15%, y los afectados de cualquier edad suelen estar enfermos durante varios meses. En 1976 se presentaron en Estados Unidos del orden de unos 150.000 casos en total, de los cuales el resultado fue fatal en un 1%.

En 1978 se desató una controversia en torno a la petición que la empresa farmacéutica Merck, Sharp and Dohme realizó al U.S. Fish and Wildlife Service, de importar 125 chimpancés para experimentar una vacuna contra la hepatitis B. Los primatólogos protestaron, pero no debido a que las pruebas fueran especialmente peligrosas para los chimpancés. Cada animal pasaría por una única prueba de bajo riesgo —la vacuna se consideraba muy segura—, y luego se le devolvería a una colonia de cría. Los científicos protestaban por el impacto que producirían las capturas en los pocos chimpancés que quedan en estado salvaje. El método clásico de conseguir estos animales consiste en dar con una madre y su cría, matar la madre y capturar el hijo y la mortalidad entre los jóvenes chimpancés durante el transporte es muy elevada. Un prestigioso primatólogo, Geza Teleki, calculó que para entregar 125 individuos sanos a Estados Unidos, tendrían que morir unos 500 chimpancés.

La empresa Merck explicó que el suministrador de animales en Sierra Leona les había asegurado que la captura la reali-

[66] Existe también la hepatitis A (hepatitis infecciosa) causada por un virus distinto del que produce la hepatitis B, denominada hepatitis sérica.

zarían rodeando entre muchas personas a un grupo de chimpancés y persiguiéndolos hasta que los jóvenes estuvieran cansados. Esta historia, para cualquier persona familiarizada con los chimpancés en estado salvaje, sólo daba fe de la ingenuidad de los ejecutivos de la Merck. Jane Goodall, muy comedida, la calificó de «totalmente extravagante» y Teleki la tachó de «puro disparate».

La réplica de la Merck —por desgracia, muy próxima a la verdad— fue que los chimpancés en estado salvaje estaban condenados a causa de la progresiva destrucción de su hábitat, y que su única esperanza de supervivencia era la cautividad. La Merck señaló que las trabas que se ponían a las empresas norteamericanas sólo servirían para regalar la vacuna a las empresas farmacéuticas polacas y japonesas, que ya tenían contratados los chimpancés (y cuyos gobiernos estaban mucho menos informados que el de Estados Unidos sobre el tema de las especies amenazadas).

Así pues, el dilema parecía bastante claro ya que si no había chimpancés, no había vacuna. ¿Cuántos chimpancés podrían, en conciencia, ser sacrificados para ayudar a curar una dolencia humana muy extendida, pero pocas veces fatal? Si una especie ya está amenazada en la naturaleza, ¿es ello una justificación para reducir aún más la población y poner a los individuos en cautividad? (Este tema se tratará en el capítulo 9.) La opinión generalizada en torno a este tema la resumió muy bien para la revista *Science* el escritor Nicholas Wade: «EL mundo tiene una población creciente de cuatro mil millones de seres humanos y una menguante de 50.000 chimpancés. Como la vacuna parece ser inusualmente inocua, y la enfermedad rara vez es fatal, quizá fuera más justo que la población mayor busque una manera de resolver su problema, que no vaya en detrimento de la menos numerosa.»[67] No obstante el permiso fue denegado.

---

[67] «New vaccine may bring man and chimpanzee into tragic conflict», *Science* 200:1027-1030, 1978. El resumen de la controversia en torno de la vacuna está basado en dicho artículo.

Por fortuna, parece ser que, después de todo, los chimpancés no eran siquiera necesarios. La ardilla de Beechey ha resultado ser sensible a un virus similar, por lo que quizá resulte ser un excelente animal con el que estudiar la hepatitis B. Esta ardilla es muy común en la costa oeste norteamericana y no está amenazada.[68]

En cualquier caso, lo que parecía ser una ardua elección entre el bienestar humano y una especie amenazada, resultó no ser tal. Si la hepatitis B fuera una enfermedad en verdad peligrosa no controlable mediante medidas de salud pública, y los chimpancés fueran, sin lugar a dudas, el único animal apto para probar la vacuna, podría existir una buena justificación para emplearlos. (Claro que, este mismo argumento sería igualmente válido para preservarlos con sumo cuidado.) Cabe encontrar otros seres vivos no amenazados (como la ardilla de Beechey) en sustitución de los amenazados, por lo que podría recurrirse a los criados en cautividad en mayor medida de lo que hoy se hace. La necesidad de utilizar animales superiores —en particular primates amenazados— con fines experimentales, siempre ha de ser valorada cuidadosamente de antemano.

Por último, entre los beneficios obtenidos de las demás especies en el campo de la salud, existen diversos seres vivos que han servido de «catador» de la humanidad por su sensibilidad hacia los agentes contaminantes. En esta línea se han empleado en gran medida los líquenes. Curiosamente, las serpientes tienen también, al parecer, un considerable potencial como indicadores de la contaminación ambiental.[69] Exterminar estos organismos significa dejar descargar las baterías de la alarma de humos.

---

[68] La información sobre la susceptibilidad vírica procede del doctor David C. Regnery, del Departament of Biological Sciences, de la Stanford University, comunicación personal.

[69] B. Bauerle y al., «The use of snakes as a pollution indicator species»; *Copeia* n° 2, págs. 366-368, 1975.

FUENTES DE ALIMENTO

El mayor beneficio recibido de los demás seres vivos es el alimento que el *Homo sapiens* obtiene de ellos. La mayoría de los alimentos actuales provienen de plantas y animales domesticados, pero todos ellos, naturalmente, tuvieron su origen en especies silvestres, que aún contribuyen de manera significativa a la dieta humana y, por ello, merecen también protección.

Las plantas

En un momento u otro, el ser humano ha utilizado unas tres mil especies de plantas como alimento (cerca del 1% del total existente). De ellas, sólo se han cultivado comercialmente, en mayor o menor grado, unas ciento cincuenta, y el número de las realmente importantes para la nutrición humana es bastante menor.[70] La base principal de la alimentación humana la constituyen tres especies de gramíneas: el arroz, el trigo y el maíz. La importancia de estos cereales es tal que más de la mitad de los terrenos agrícolas de la Tierra están dedicadas a su cultivo.[71]

Las especies vegetales que sirven de fuente principal de alimento para la mayoría de la humanidad no llegan a veinte, unas cuantas gramíneas más, como el sorgo y el mijo; legumbres como el guisante, la alubia, la soja y el cacahuete (fuentes todas ellas esenciales de proteínas); tubérculos como la patata, el ñame, el boniato y la mandioca; la caña de azúcar y la remolacha; el coco y la banana. La Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos, lo expresa sucintamente: «Estas plantas son

---

[70] National Academy of Sciences, *Underexploited Tropical Plants of Promising Economic Value,* National Academy of Sciences, Washington D. C., 1975.

[71] P. R. Ehrlich, A. H. Ehrlich y J. P. Holdren, *Ecoscience: Population, Resources, Environment.* W. H. Freeman, San Francisco, 1977. pág. 286.

el principal baluarte entre la humanidad y el hambre. Es un bastión muy pequeño.»[72] La parquedad de la lista de plantas alimenticias usadas hoy día no se debe originalmente a la falta de otros cultivos potenciales. Pero si se eliminan las plantas aún no explotadas y que son fuentes potenciales de alimento, la humanidad sólo podrá emplear las que ahora son útiles.

En los países tropicales, donde se encuentra la mayor reserva del mundo de diversidad vegetal, la elección de las especies para cultivo y mejora quedó determinada, en gran parte durante la época colonial, por las preferencias de consumo de los países europeos, prescindiendo por completo de las necesidades —y conocimientos— de la población indígena.

La situación no cambió de modo significativo cuando concluyó la etapa colonial. Existían inversiones en investigación y desarrollo de los cultivos ya existentes, los mercados para esos productos vegetales estaban bien establecidos y las naciones recién liberadas no estaban en condiciones económicas de renunciar a las divisas que se habrían perdido durante el período de diversificación y experimentación. Además, los administradores y científicos de los países tropicales se han educado en países de la zona templada, en instituciones como la London School of Economics, y han adquirido las costumbres de las antiguas potencias coloniales, sin preocuparse en buscar nuevas especies tropicales para cultivar. Por último, la influencia europea caló tan hondo que las poblaciones de los países pobres empezaron a occidentalizar su dieta, de manera que existía poca demanda indígena de cultivos tradicionales. Por estas razones, apenas se ha investigado, y mucho menos explotado, el potencial de las especies tropicales como posibles cultivos.

Mientras tanto, la población de los países tropicales ha crecido de forma muy rápida, sobre todo después de la segunda Guerra Mundial, y en varias regiones han sobrepasado su capacidad de autoabastecimiento. En la década de los setenta, al

---

[72] National Academy of Sciences, *Underexploited Tropical Plants....* op. cit., pág. 1.

menos quinientos millones de personas —una octava parte de la población mundial— padecía desnutrición aguda[73] y la mayoría de esta población, con hambre crónica, vivía en los trópicos. La expansión de la agricultura en un intento de incrementar la producción de alimentos es la causa principal de la desaparición de las áreas naturales, y con ellas se pierden incontables poblaciones y especies que podrían tener un alto potencial agrícola.

La extinción de posibles recursos agrícolas tropicales es especialmente grave debido al fracaso que supone el trasplante de cultivos de zona templada a los trópicos. Por ejemplo, el trigo no crece bien en los trópicos, en parte porque una de sus principales infecciones, el hongo causante de la roya del trigo, se desarrolla en climas húmedos y cálidos. Por consiguiente, uno de los tres grandes cultivos de cereales queda excluido de algunas de las regiones más hambrientas del mundo, que instaladas en el límite de la inanición, son un buen motivo para buscar nuevas fuentes potenciales de cultivos alimenticios. Se conoce ya un buen número de especies prometedoras, que deberían ser explotadas; y, desde luego, es necesaria una exploración sistemática en busca de otras.

Algunas posibles fuentes *conocidas*, son sólo una pequeña parte del potencial, aunque dicho potencial se consume a medida que sucumben las especies vegetales tropicales a causa de las actividades humanas. Además, los actuales cultivos menores, pueden perder la posibilidad de convertirse en mayores debido a la extinción de las poblaciones. La materia prima genética necesaria para su desarrollo puede perderse por exterminio de las poblaciones del propio cultivo o de sus parientes silvestres.

Un grupo de plantas tropicales que pueden resultar útiles como cultivos básicos, incluye varias especies centroamericanas del género *Amaranthus* (de la familia de la celosía o cresta

[73] FAO, *State of Food and Agriculture*. 1978, FAO, Roma, 1979.

de gallo), cuyas semillas poseen una proteína de altísima calidad. (La mayoría de las proteínas vegetales son de calidad relativamente baja en comparación con las de origen animal). Las hojas de *Amaranthus* son también muy ricas en proteínas y se consumen como si se tratara de una especie de espinacas tropicales. Las semillas de amaranto se habían cultivado en gran medida en Sur y Centroamérica, pero fueron desplazadas completamente por el maíz que resulta de nutrición inferior. Entre otros motivos, los misioneros españoles suprimieron el cultivo de una especie de amaranto porque los aztecas habían centrado en ella algunas de sus ceremonias religiosas. Un comité de la Academia Nacional de Ciencias norteamericana dedicado al estudio de la utilización de las plantas tropicales, ha considerado que estas especies de amaranto tienen un alto potencial. Esta familia vegetal consta de ochocientas especies, y muchas de ellas crecen en Iberoamérica y África[74], pero pocas han sido exploradas para su desarrollo como cultivos.

Pueden citarse otros muchos ejemplos. La quinua, una planta de la familia de las espinacas, ha sido una semilla básica desde los tiempos de los incas. En muchos lugares, después de la llegada de los españoles fue sustituida por la cebada, mucho menos nutritiva. En las zonas de gran altitud se cultivan también especies estrechamente emparentadas entre sí que aunque son propias de países «tropicales» pobres como Perú. Bolivia y Ecuador, son cualquier cosa menos tropicales en el sentido usual del término, ya que crecen en climas fríos y montanos. Sin embargo, se espera que mejoren la dieta de los empobrecidos montañeses de cualquier región.

Las mil quinientas especies de la familia de la espinaca muestran también especial capacidad para crecer en suelos salinos. Estos suelos son propios de zonas desiertas y semidesiertas, cada vez más frecuentes debido a que el regadío provoca, generalmente, acumulación de sales en el suelo, lo que a menudo obliga a abandonar las tierras de cultivo. Una vez más,

---

[74] National Academy of Sciences, *Underexploited Tropical Plants...* op. cit.

las inversiones en investigación de este grupo de plantas podrían devengar sustanciosos dividendos.

Existe otro grupo de plantas, las llamadas hierbas marinas, que crecen completamente dentro del mar y que podían llegar a ser un importante sustituto de las gramíneas tradicionales en las regiones litorales densamente pobladas. Los indios seri de la costa Oeste de México obtienen, desde hace tiempo, harina de las semillas de una de las dieciocho especies de este grupo. Éste es un cultivo en potencia que no necesita agua dulce, pesticidas ni fertilizantes.[75] Por otro lado, en Australia, una especie de gramínea silvestre (una planta de la misma familia que las gramíneas tradicionales) ha demostrado tener un gran potencial para convertirse en un importante forraje y grano de las regiones áridas.[76]

La misma historia de las gramíneas se repite con las hortalizas, legumbres, raíces y tubérculos, frutas, semillas oleaginosas y cultivos forrajeros. Se conocen plantas no explotadas con valor potencial como cultivos, a pesar de lo escasa que ha resultado la inversión en búsqueda y desarrollo de estos nuevos cultivos; inversión especialmente pequeña en comparación con la magnitud de las necesidades que entraña el problema de la alimentación mundial.

Es importante señalar que el valor potencial de los antepasados de los cultivos actuales, en la mayoría de los casos dista de ser evidente para un observador no especializado. Por ejemplo, en 1978, el genetista israelita Eviatar Nevo encontró en los montes de Galilea, unas plantas silvestres que eran los antepasados del trigo, la cebada y el centeno. Aquellas plantas eran la madre patria de los cultivos que luego se extenderían por todo

---

[75] Las zosteras no son auténticas gramíneas sino miembros de la familia de las zosteráceas, que a veces se incluye dentro de la familia de las Potamogetonáceas Por lo que respecta a su valor económico véase R. Felger y M. Maser. «Eelgrass (*Zostera marina* L.) in the Gulf of California: Discovery of its nutritional value by the Seri Indians», *Science* 181:355-356, 1973.

[76] Los datos proceden, básicamente, de National Academy of Sciences, *Underexploited Tropical Plants.* op. cit.

el mundo, pero no tenía nada de mar ambarino de espigas, ya que apenas si eran unas hierbas inexpresivas, desgarbadas, ridículamente improductivas si se comparan con las plantas cultivadas. La reproducción selectiva realizada durante innumerables generaciones por los campesinos, y, en el siglo XX, por técnicos agrónomos y en este siglo por técnicos agrónomos, ha llevado las variedades agrícolas a los niveles de productividad actuales. Pero en Israel y por todo el Oriente Medio, esta desgarbada «maleza» está desapareciendo casi por completo, presionada por la expansión de las zonas urbanas, la agricultura, el pastoreo y el control de las malas hierbas. En consecuencia, se está perdiendo para siempre su potencial como reserva genética para mejorar las variedades cultivadas.

Lo mismo sucede en cualquier otra región, tanto con los parientes silvestres de las variables actualmente explotadas, como con las especies vegetales cuyo posible valor como cultivos futuros está aún por conocer. Entre los millones de poblaciones y especies de plantas amenazadas hoy día con la extinción, existen, sin duda alguna muchas plantas simples potencialmente equivalentes a los antepasados del trigo y la cebada, pero condenadas a desaparecer sin que nadie repare en ellas.

La situación alimentaria humana, ya bastante precaria, se está volviendo más vulnerable a las hambrunas catastróficas principalmente por dos motivos. En primer lugar, la población humana depende de una serie muy limitada de especies cultivadas, y las posibilidades de ampliar esa serie se están hipotecando a causa de la extinción. Y en segundo lugar, las propias especies hoy en cultivo corren peligro debido al menoscabo de su diversidad genética y a la desaparición de sus parientes silvestres.

Los beneficios de la variabilidad genética

Un ingrediente fundamental del éxito en la selección de un cultivo, ya se trate de mejorar uno existente o de desarrollar

uno nuevo, es la variabilidad genética. Para preservar esta variabilidad de la naturaleza, se debe evitar la extinción no ya de la especie, sino de *las poblaciones de cada especie.* Las plantas en estado silvestre desarrollan continuamente nuevos métodos para defenderse de los animales y los microorganismos que las atacan. A su vez, las plagas no cejan en su lucha por desarrollar nuevas maneras de neutralizar las defensas de las plantas.[77] El precio para cada uno de estos sistemas de mantenerse en la «carrera coevolutiva», es disponer de suficiente variabilidad genética para que pueda actuar la selección natural por sí sola.

Una planta cultivada también debe participar en la carrera evolutiva. Hasta cierto punto, los agricultores pueden colaborar en la defensa de los cultivos si utilizan diversos programas de control de plagas, pero el factor central sigue siendo la resistencia innata. Por ejemplo, la vida media de una nueva variedad de trigo del noroeste de Norteamérica es de unos cinco años, pero la roya (un hongo) se adapta a la variedad, y es necesario crear otra que sea resistente.[78] La creación se lleva a cabo mediante selección artificial en la que se combina cuidadosamente la planta reproductora con los tipos genéticos que parecen presentar la resistencia requerida.

El mecanismo de la agricultura de alto rendimiento, de la que depende por entero el futuro de la civilización, radica en tener suficiente provisión de tipos genéticos para emplearlos en la selección natural. Pero, por desgracia, esta provisión disminuye a gran velocidad ya que existe un declive continuo de la variabilidad genética de los cultivos. Éste es quizás el problema puntual más importante de medio ambiente con que ha de enfrentarse el *Homo sapiens;* desde luego, es el peor comprendido, y está ligado muy estrechamente al problema de la extinción.

---

[77] Ehrlich y Raven, «Butterflies and plants», op. cit.

[78] *Ecoscience*, op. cit., pág. 345.

El mismo éxito de la agricultura de alto rendimiento es uno de los factores que subyace a la pérdida de la variabilidad genética. El agricultor, como es natural, procura plantar las variedades que le proporcionan altos rendimientos con resultados que, por ejemplo, en Estados Unidos, son de alrededor de un 70% de tierras dedicadas a cultivos importantes.[79]

A veces es necesario pagar un precio muy elevado por este tipo de «monocultivo» extensivo que está formado por parcelas de plantas casi iguales genéticamente. Por ejemplo, en 1970, una variante genética de la roya desbordó las defensas de la mayoría de los cultivos de maíz de Estados Unidos. Ese año, cerca del 80% del maíz norteamericano produjo una variedad especialmente sensible a la enfermedad, incrementado, además, por un clima que fue más húmedo de lo normal, lo cual favorecía al desarrollo del hongo. De este modo, quedó destruida casi el 50% de la cosecha nacional y, en algunas zonas, se perdió la práctica totalidad del maíz a causa de la roya. Afortunadamente, aún se disponía de recursos genéticos para crear una nueva variedad más resistente; pero, si no se toman ciertas precauciones, puede que la humanidad no tenga tanta suerte la próxima vez que un hongo ataque la resistencia de un cultivo.

Una razón de la disminución de la variabilidad genética es la Revolución Verde. En pocas palabras, esta revolución trata de modernizar la agricultura de los países pobres para que su producción de alimentos corra pareja con su creciente población. El elemento clave de la misma consiste en la distribución de las llamadas variedades milagrosas de arroz y trigo, es decir, mutantes que (correctamente tratados con los oportunos aportes de agua, fertilizantes y pesticidas) permiten rendimientos muy superiores (más alimento por acre) a los de las variedades tradicionales.

---

[79] National Academy of Sciences. *Genetic Vulnerability of Major Crops.* National Academy of Sciences. Washington D.C., 1972.

Por supuesto, los agricultores de los países pobres, así como los de los países ricos, están encantados con el aumento de producción de sus cosechas.[80] Resultado de lo cual es que unas pocas variedades milagrosas reemplazan a las tradicionales, más numerosas, con lo que la uniformidad genética sustituye la diversidad y las poblaciones raras se extinguen. El genetista Reuben Olembo, del United Nations' Environmental Program, expresaba el problema de un modo muy gráfico: «Cuando los agricultores limpian un campo de variedades primitivas, se deshacen de la clave de nuestro futuro.»[81]

Una segunda fuente potencial de variabilidad genética para los cultivos es la serie de variedades silvestres y especies muy estrechamente emparentadas con las domesticadas. Los parientes silvestres de las gramíneas cultivados —ciertas hierbas nada habituales, como las observadas en Israel— ya han sido empleados para introducir caracteres nuevos y deseables en los cultivos domesticados. Una variedad turca de trigo silvestre, cruzada con la norteamericana, confirió a ésta resistencia frente a toda una serie de enfermedades conocidas como «añublos». Esta sencilla mejora genética ha rendido unos beneficios a la agricultura norteamericana valorados en 50 millones de dólares.

Recientemente se ha descubierto en México un pariente silvestre del maíz que es perenne, es decir, vive como planta año tras año, en vez de sobrevivir entre estaciones en forma de semillas. Si se pudiera transmitir este carácter mediante hibridación a los cultivos, los agricultores no tendrían que arar cada año los maizales y sembrar de nuevo. De este modo se ahorraría mucho dinero y se reduciría enormemente la erosión del suelo.[82]

---

[80] La complejidad de la Revolución Verde ha sido muy simplificada aquí; para más detalles véase *Ecoscience.* op. cit. págs. 329 y ss.

[81] *Newsweek.* «What comes naturally». 1 de septiembre. 1975.

[82] Las cifras del parásito proceden de Norman Myers, *The Sinking Ark.* op cit. pág 68; la historia del maíz perenne de R W Holm, del Department of Biological Sciences. Stanford University, en comunicación personal.

Por desgracia, la presión demográfica, la ampliación de los cultivos, la urbanización irregular y la destrucción del hábitat están exterminando de manera creciente las poblaciones de los antepasados silvestres y semisilvestres de las variedades agrícolas. En las últimas décadas, las hambrunas de Nigeria. Etiopía y el Sahel han supuesto la pérdida de una gran diversidad vegetal entre las poblaciones naturales de plantas comestibles, ya que tanto animales como personas se comieron prácticamente todo lo que crecía. Tras la construcción de la presa de Asuán, la formación del lago Nasser anegó variedades de gramíneas empleadas en la alimentación de animales domésticos, que es imposible reemplazar.

Muchas especies silvestres de las que derivaron importantes cultivos, son «malas hierbas», es decir, normalmente crecen en hábitats alterados, como zonas de desprendimiento de tierras o terraplenes. Antes de que se desarrollara la agricultura, estas plantas eran habituales en los lugares de acampada y asentamientos primitivos. Las más interesantes llamaron la atención del ser humano, fueron cultivadas y, poco a poco, durante siglos, fueron mejoradas mediante reproducción selectiva. Al progresar la civilización, algunos de sus antepasados y parientes sólo persistieron en zonas protegidas debido a su interés histórico intrínseco. No obstante, la limpieza de antiguas ruinas en las zonas turísticas del Mediterráneo y en otros muchos lugares ha causado pérdidas importantes de plasma germinal vegetal.

Fuentes de alimento: animales

El ser humano ha domesticado muchas menos especies animales que vegetales, apenas un par de docenas. Prácticamente el 100 por cien de las proteínas de origen animal que se consumen, provienen de sólo nueve especies animales domesticadas, la vaca, el cerdo, el carnero, la cabra, el carabao, el pollo, el pato, la oca y el pavo. Las aves de corral, la vaca y el cerdo, suman un 90% de la producción de carne en cantidades más o

menos similares. Algunos animales más, como el conejo y la paloma, contribuyen en cantidades estadísticamente insignificantes a la producción alimenticia. La vaca proporciona un 90% de la leche y productos lácteos consumidos por el ser humano; el resto provienen del carabao, la oveja, la cabra y, ocasionalmente del reno.

Las especies animales salvajes, a diferencia de las plantas silvestres, contribuyen de manera muy significativa a la nutrición humana, pero la contribución más importante es, sin duda alguna, la de los peces marinos. Desde 1971, las capturas de las pesquerías de todo el mundo han fluctuado entre 70 y 75 millones de toneladas. No obstante, el hecho de que la población humana mundial esté creciendo aceleradamente, provoca que la captura per cápita disminuya a ritmo creciente. Sin embargo, las especies piscícolas del océano proporcionan, de modo directo, casi un 14% de la proteína animal de la dieta del *Homo sapiens,* si se considera un promedio mundial, además de contribuir indirectamente en los piensos para animales. En algunos países estas especies son la fuente principal de proteína animal. Además, en estas estadísticas mundiales, no se incluyen las capturas de los millones de pescadores de caña que pescan para consumo propio y el de sus familias.

La ballena también constituye un buen alimento, sobre todo en algunos países como Japón; sin embargo, este animal se caza principalmente con otros propósitos. Asimismo, los cangrejos, bogavantes, ostras, camarones, almejas, mejillones, etc., representan una aportación muy importante desde el punto de vista económico, si bien su contribución nutritiva total es despreciable en comparación con las necesidades habituales, y constituyen principalmente alimentos de lujo, que adornan las mesas de los que ya están bien alimentados.

Los mamíferos, aves y, a veces, los reptiles salvajes son también una fuente de alimento que se obtiene mediante la caza. La caza es una afición muy popular en Norteamérica, Europa occidental. Nueva Zelanda y Australia. En los años setenta, se expendieron en Estados Unidos más de 25 millones de

licencias de caza al año.[83] Aún así, la contribución del animal de caza a la dieta es muy pequeña en esos países. Aunque en los países en desarrollo, la situación no es necesariamente la misma. Es muy probable que los animales de caza, sobre todo en las zonas donde aún se conservan los bosques, participen de modo significativo, aunque desconocido, en la dieta de los más desfavorecidos.

No obstante, la caza es un arma de doble filo ya que la obtención de beneficios siempre lleva consigo el peligro de provocar la extinción de especies y poblaciones. La caza, como se verá más adelante, ha sido el principal factor causal de las extinciones históricas, y hoy día sigue constituyendo una amenaza para muchas especies y poblaciones. Es necesario resaltar que en este campo, como en otros muchos, el precio de obtener beneficios directos de otras especies suele acarrear el coste de tener que economizarlos.

Como ocurre en el caso de las plantas, apenas se conocen todas las posibilidades que puede ofrecer la domesticación de animales. Por ejemplo, la acuicultura —el cultivo de peces marinos y de agua dulce— tiene, en teoría, un enorme potencial. Parte de ese potencial ya ha sido puesto en práctica, y gracias al mismo, se obtuvieron en 1975 más de seis millones de toneladas de marisco y pescado. La producción acuícola se duplicó entre 1970 y 1975, y continúa creciendo a ritmo acelerado. Israel obtiene hoy día la mitad de su pescado mediante acuicultura, y se estima que ese es el origen del 40% de la producción de pescado y marisco de China. En Indonesia, la acuicultura proporciona el 20% del pescado, mientras que en Japón se obtiene el 6%.[84]

Tradicionalmente, las naciones del Lejano Oriente han practicado el cultivo de peces en sus anegados campos de arroz.

---

[83] Departamento de Comercio de Estados Unidos, Bureau of the Census, *Statistical Abstract of the United States. 1978.*

[84] Fuentes: FAO. *State of Food and Agriculture. 1977:* Council on Environmental Quality, *Global 2000: Entering the Twenty-first Century.* U S. Government Printing Office. Washington D.C., 1980.

Los pececillos devoran las larvas de mosquito y otras plagas insectívoras, los excrementos de los peces fertilizan el arroz, y su carne le sirve al agricultor para obtener un suplemento proteínico en su dieta. Entre los peces que mejores rendimientos han proporcionado en viveros, se encuentra el género *Tilapia*, de origen africano. Son peces de la familia de los cíclidos, emparentados con el angelote de agua dulce muy conocido por todos los aficionados a los peces tropicales.

En algunas regiones de África se han obtenido producciones de *Tilapia* de casi quinientos kilos por acre al año, pero el potencial de la mayoría de los cíclidos como cultivo todavía no se conoce en profundidad. Los «enjambres» de especies de cíclidos son propios de los grandes lagos africanos. El lago Tanganica cuenta él solo con ciento veintiséis especies, mientras que el lago Victoria alberga en su seno más de ciento setenta especies de cíclidos, seis de los cuales no existen en ningún otro lugar. En el lago Malawi habitan más de doscientas especies, y todas ellas excepto cuatro sólo se encuentran en este lago. Las diversas especies de cada enjambre se diferencian entre sí por la dieta y el comportamiento reproductor.[85]

Considerando la diversidad de sus hábitos reproductores, cabe pensar que podría diseñarse un sistema acuícola basado en la combinación de cíclidos lacustres, sistema cuya producción de proteínas por acre sería más alta que la de un monocultivo de cíclidos. Las distintas especies podrían repartirse los recursos alimenticios del vivero tal como ahora se reparten los del lago, utilizando de forma activa muchos productos que no aprovecharía una sola especie. No obstante, ei requerimiento básico para poder encontrar, reunir, probar y domesticar esas combinaciones es, sin lugar a duda, la preservación de las especies de cíclidos en la naturaleza. De igual manera, el prerrequisito para llegar a domesticar otros muchos seres vivos de

[85] G. Fryer y T D. lies, The Cichlid Fishes of the Great Lakes of África: Their Biology and Evolution. T. F. H Publications, Hong Kong. 1972.

agua salada o dulce, con miras a su cultivo en viveros, es la conservación de las especies.

La posibilidad de domesticar nuevas especies animales salvajes no se limita a los hábitats acuáticos. Son muchos los que piensan que la domesticación o semidomesticación de animales ramoneadores africanos permitiría una mayor producción de carne con menos problemas ambientales que los que ahora causa la cría de ganado vacuno, pues éste no se adapta bien a la mayoría de los ambientes africanos. Se ha sugerido que el alce africano (domesticado ya con éxito, y cuya leche es altamente nutritiva), el ñu y los antílopes menores como la gacela de Thomson y el cobo de Uganda, podrían constituir rebaños domésticos allí donde el vacuno no da buenos resultados.[86] David Hopcraft ha instalado una granja en Kenia, donde intenta demostrar que se puede obtener una producción más elevada de alimentos a base de animales nativos, ya que éstos están adaptados fisiológicamente a la semiaridez de la sabana. En su granja viven catorce especies de gacela, que demostrarán si se han resuelto con éxito los problemas biológicos, económicos y políticos que el proyecto plantea.[87]

Más complejo, y quizás ecológicamente más satisfactorio, sería la formación de rebaños mixtos, ya que se podría aprovechar un espectro más amplio de vegetación, diseñando para cada área una combinación óptima del rebaño. Por ejemplo, en las tierras semiáridas del Este de África, muchas de las cuales no sirven como tierras de labor, podrían convivir la jirafa, el alce africano y el caama, ya que ramonean en el estrato alto, medio y bajo, respectivamente, de árboles y arbustos. Estos animales podrían ser combinados, además, con el orix, que pace en los prados abiertos, y el cudú, que habita en los bosques densos, y así sucesivamente. En las zonas próximas a los ríos

---

[86] M. H Crawford. «The case for new domestic animals». *Oryx* 12:351-360. 1974.

[87] Mitchell Prize Paper, 1979 (multicopia).

o con alta pluviometría, sería conveniente mezclar animales diferentes, como, por ejemplo, el elefante, el rinoceronte blanco, el hipopótamo, el búfalo, el jabalí verrugoso y dos especies de antílope.[88] De este modo, podría sacarse provecho de la rica productividad de las áreas húmedas del África tropical. Los antílopes, el búfalo y el jabalí verrugoso producirían una gran fuente de alimento, mientras que las otras especies reportarían beneficios económicos como atracción turística en parques, y en caso de necesidad podrían ser sacrificados para consumo. Ahora bien, para poder servirse de estas especies, la humanidad ha de asegurar en primer lugar su supervivencia.

LAS OTRAS ESPECIES Y EL CONTROL BIOLÓGICO

La introducción de cambios en animales y plantas pueden ser muy provechosos (como en el caso del trigo y la *Tilapia*), pero también pueden producir grandes males, ya que, para ello, es necesario un gran conocimiento biológico. De no ser así, pueden producirse explosiones de población nada deseables cuando una especie se ve privada de sus enemigos naturales. Por ejemplo, el cactus *Opuntia* (chumbera) fue introducido en Australia, en el siglo XIX por los primeros colonos procedentes de América, que quizá pensaron que serviría para cercar el ganado. Este cactus se extendió por todo Queensland, y cubrió doscientos cincuenta mil kilómetros cuadrados que podrían haber servido para pastos.[89]

Los entomólogos buscaron en Sudamérica un posible enemigo natural de los cactus y encontraron una pequeña polilla de los cactus, que trasladaron a Australia. A la vista de tan abundante comida, la polilla se multiplicó muy deprisa y devoró las *Opuntia,* dejando al poco tiempo pequeños rodales esparcidos. El cactus ya no constituye una plaga, puesto que las

---

[88] Crawford. «The case for new domestic animals», op. cit.

[89] Paul DeBach. *Biological Control by Natural Enemies.* Cambridge University Press. Londres, 1974, pág. 118.

polillas mantienen guardia perpetua sin que resulten costosas para los consumidores de carne y de lana.

Los anales del control biológico de las plagas recogen muchas historias parecidas a ésta. Otro de los beneficios que la humanidad ha obtenido, en reiteradas ocasiones, de las especies silvestres, es su colaboración en la lucha contra organismos que producen daños económicos. Un insecto australiano, la iceria de los agrios, que llegó a California y empezó a destruir las plantaciones de cítricos, fue controlado mediante la importación de Australia de dos de sus enemigos naturales, una abeja y una mosca. La introducción de insectos parásitos ha producido excelentes resultados contra diversas plagas, como la del escarabajo de julio y del gorgojo de la caña de azúcar en Hawái, las de las mariposas yesosa y coliparda, y del gorgojo de la alfalfa en Estados Unidos, y un escarabajo rinoceronte en Mauricio.[90] La mixomatosis —enfermedad vírica endémica que sufren los conejos sudafricanos— se ha empleado con gran éxito en el control de las plagas de conejos en Australia y Europa.

Una de las plagas más molestas del continente australiano es la mosca de los matorrales. Estas moscas se crían en los estercoleros y en teoría, rondan entre los animales (ser humano incluido) porque son fuente de estiércol.

En Australia existen unos 20 millones de reses que proveen gran abundancia de estiércol y un paraíso para la mosca de los matorrales. Por ello, se ha emprendido un nuevo programa de control biológico. En los años setenta, Australia importó, y dejó en libertad, unas 55 especies de escarabajos estercoleros especializados en el tipo de excremento húmedo que produce el ganado vacuno. Los escarabajos originarios de Australia estaban adaptados al estiércol seco del canguro y el vombat, y no podían dar cuenta de los excrementos de las vacas antes de que

---

[90] F. J. Simmonds y al., «History of biological control», en C. B. Huffaker y P. S. Messenger, *Theory and Practice of Biological Control.* Academic Press. Nueva York. 1976.

las moscas de los matorrales se reprodujeran en las mismas. Mediante la introducción de los escarabajos se espera que se entierre el estiércol antes de que las moscas lleguen a madurar, y así pueda suprimirse la plaga. Los primeros resultados parecen prometedores.

Las posibilidades de emplear otras especies como colaboradores en el control de las plagas son casi infinitas. Por ejemplo, uno de los más variados y menos conocidos grupos de insectos son las diversas familias de minúsculas avispas parásitas que atacan a otros insectos. En este caso, el valor potencial es evidente, pero la acción llevada a cabo por los escarabajos estercoleros logra que no se emitan juicios demasiado rápidos sobre el posible valor de *cualquier* otra especie, por extraña y oscura que resulte a simple vista.

PRODUCTOS ADICIONALES DE OTRAS ESPECIES

Por último, puede resultar útil examinar brevemente de qué múltiples maneras otros seres vivos fabrican, o ayudan a fabricar, elementos valiosos para el ser humano. El primero que acude a la mente es la madera, producto de una gran cantidad de plantas superiores. Todos los árboles producen madera, pero todos poseen características propias y particulares si proceden de diferentes especies.

La madera constituyó en otro tiempo el principal combustible de la humanidad, y en la mayoría de las naciones pobres continúa siendo una fuente esencial de energía. Un 90% de la madera utilizada como combustible se consume en países poco desarrollados, mientras que el 80% de la madera empleada en esas regiones se quema como carburante. La recogida de leña constituye, por tanto, uno de los principales motivos de destrucción de los bosques tropicales.[91]

---

[91] Council on Environmental Quality, op. cit.; Erik Eckholm. «Planting for the future: Forestry for human meeds» *Worldwatch Paper 26*. Worldwatch Institute, Washington D. C. febrero de 1979.

Por supuesto, se lleva a cabo la explotación forestal maderera tanto en los trópicos como en las zonas templadas. Por falta de una gestión adecuada, algunas especies de árboles de madera muy codiciada se han visto reducidas o exterminadas en amplias extensiones. Por ejemplo, en el Oeste de Estados Unidos, los bosques de seconoyas han mermado sensiblemente, mientras que la caoba está extinguida en Honduras y en muchas de las tierras bajas de Panamá.[92] Por otro lado, la teca desaparece rápidamente del sudeste asiático.

La preservación más amplia posible de las especies y poblaciones de árboles como reserva de madera es esencial por dos factores fundamentales. Un motivo lo constituyen las diferencias en las características de crecimiento y la calidad de la madera entre una población y otra de una misma especie de árbol. Por supuesto, existen infinidad de árboles, sobre todo en los trópicos, que nadie ha investigado como fuentes de madera, ni siquiera a escala de especie. En consecuencia, aún quedan por descubrir muchas especies de árboles tropicales cuya madera posee propiedades muy interesantes.

El otro factor es la evolución continua de las ideas acerca de qué clase de madera es la más adecuada. Hace varios siglos, los inspectores de la marina británica apreciaban los robles de copa baja y muy abierta de los que se podían obtener piezas con la forma adecuada para las partes vitales de los barcos de madera. Los árboles con este aspecto son justamente los que peor se prestan al uso actual del roble. Las industrias de la pulpa y del papel han cambiado de opinión respecto de cuáles son las mejores clases de madera a emplear, y en las últimas décadas se han adoptado toda una lista de nuevas especies para pulpa. Es muy probable que en un futuro próximo se produzcan cambios aún más drásticos en el empleo de los árboles. Por ejemplo, una importante fuente futura de energía puede ser la biomasa, plantas cultivadas para ser quemadas en centrales de

---

[92] R. H. Raven, «Ethics and attitudes», en J. B. Simmons y al., «*Conservaron of Threatened plants*», Plenum, Nueva York, 1976. pág. 174.

energía o convertidas en otro tipo de combustible. Muchas de las especies que servirían como recurso de biomasa, no tienen actualmente ningún valor comercial.

Los árboles y otras plantas son hoy fuente de una enorme variedad de productos no comestibles, además de la madera. Un ejemplo notable es el caucho, cuya forma natural se extrae de la savia de un árbol tropical *(Hevea)* de la familia de la lechetrezna. Otros productos empleados por el ser humano son los agentes curtientes, una gran variedad de tintes, fibras como el algodón, el lino y el cáñamo, insecticidas como el pelitre y la rotenona, perfumes, lociones (por ejemplo, el aloe y el olmo escocés), ceras, pegamentos, cosméticos. miraguano, ablandadores de carne, conservantes, gutapercha (empleada para aislar e impermeabilizar), trementina, grasa para candelas, sustitutos del jabón, resinas aromáticas para fabricar incienso, abonos, fertilizantes, materiales de embalaje, escobas, cestos, bardas, esteras y muebles de mimbre, entre otras muchas cosas.

Muchas plantas producen aceites valiosos. Algunos, como los de alazor, soja, cacahuete y oliva, se emplean para cocinar, mientras que para pinturas y barnices se emplean los de linaza, soja, lino y aleurites. El aceite de ricino que, además de su conocida función laxante, funciona también un buen lubricante se extrae de las semillas tóxicas de la planta de igual nombre. Este aceite se utilizó en los motores de los aviones de combate durante la primera Guerra Mundial, creando incómodos problemas a los pilotos, que, al viajar en cabinas abiertas, recibían, de vez en cuando, buena parte del aceite que la máquina expulsaba. Existen otras muchas sustancias vegetales que se emplean también como ingredientes en la manufactura de productos industriales; por ejemplo, el alcanfor, que se usa en la fabricación de plásticos, películas, lacas y explosivos.

Las plantas son el origen de todas las especias, hierbas y la mayoría de los restantes condimentos. Cuesta recordar, al disfrutar de un menú francés o mexicano, que muchos de los aromas degustados provienen de las sustancias químicas que las plantas han sintetizado para repeler o eliminar a sus enemigos.

Las plantas proporcionan asimismo bebidas estimulantes como el café o el té, además de ser la base de la fermentación y destilación de los licores. Tanto las plantas (flores y hojas) como los animales (almizcle) se han utilizado en la fabricación de perfumes y esencias de un gran número de productos, como detergentes, jabones, champúes y desodorantes.

Es necesario insistir en la posibilidad de obtención de estos productos a partir de plantas que apenas han sido aprovechadas. No obstante, dicha posibilidad menguará si se provoca la extinción de las plantas, lo cual se pone de manifiesto en las recientes investigaciones sobre el potencial de tres plantas antes ignoradas, el guayule, la jojoba y *Leucaena.*

El guayule es un arbusto que, a principios del siglo XX, se cultivó en gran medida en el Norte de México y Texas ya que constituía la fuente de la que se extraía caucho. Su látex es idéntico al obtenido de *Hevea,* y en 1910 satisfizo el 10% de la demanda mundial y la mitad de la de Estados Unidos. La enorme convulsión de la Revolución Mexicana, la sobreexplotación de los cultivos y la gran depresión de los años treinta, acabó por arruinar la industria, si bien el cultivo se recuperó transitoriamente en California durante la segunda Guerra Mundial, cuando quedaron cortadas las importaciones de caucho de *Hevea* procedentes del sudeste asiático.

El guayule posee muchas cualidades atractivas ya que se presta muy bien a la mejora genética y crece satisfactoriamente en los suelos pobres de las regiones áridas; por lo tanto, podría constituir un importante cultivo para los nativos del sudoeste de Estados Unidos y del noroeste de México. Esta planta tiene una vida media de más de cincuenta años, de modo que las plantaciones establecidas vienen a ser una especie de reserva de caucho para toda la vida. Existen algunos problemas en la actualidad acerca de la extracción del caucho del guayule que, con una pureza adecuada permita ser vendido a un precio razonable. No obstante, las experiencias piloto llevadas a cabo en México han sido muy alentadoras, y la creciente demanda (y el

precio) estimulará probablemente la búsqueda de soluciones al problema.[93]

Probablemente, la demanda de guayule aumentará ya que el caucho natural es superior al sintético en muchas aplicaciones, por ejemplo es más elástico y resistente al calor.

Quizá lo más importante es que el caucho sintético se obtiene a partir del petróleo, un recurso cada vez más escaso y costoso. Ya que los árboles de *Hevea* parecen haber llegado al límite de la mejora genética, y están amenazados por una enfermedad que acabó con la producción de caucho en Sudamérica, urge buscar otras especies vegetales que proporcionen caucho natural.

La jojoba —pariente del boj, arbusto muy utilizado como seto— produce semillas que contienen más de un 60% de una cera líquida idéntica al aceite del esperma de ballena, que posee una capacidad especial para «humedecer» metales, es decir, para adherirse a ellos y proporcionar así una lubricación continua. Esta propiedad hace que sea un ingrediente muy valorado en la fabricación de aceites lubrificantes, aunque tiene también otras muchas aplicaciones.

En Estados Unidos ya no es posible importar aceite de esperma porque los cachalotes están amenazados. Sin embargo, puede adquirirse en el mercado negro a más del doble del precio que tiene en el mercado mundial, precio que necesariamente subirá en cuanto las ballenas sean protegidas o, desgraciadamente, exterminadas. Por fortuna, el aceite de jojoba es un excelente sustituto del aceite de esperma en la práctica totalidad de las aplicaciones importantes que llevaba a cabo. El aceite de jojoba puede ser procesado para obtener una cera superior a la mejor que exista actualmente. Además, una vez ex-

[93] Thomas K. Maugh II, «Guayule and Jojoba: Agriculture in semiarid regions», *Science* 196:1189-1190, 1977, y National Academy of Sciences. «Underexploited Tropical Plants...», óp. cit.

traído el aceite, el residuo de las semillas posee un alto contenido proteínico que puede ser convertido en alimento animal.[94] Al igual que el guayule, la jojoba crece en tierras áridas marginales, por lo que su cultivo no entraría en seria competencia con ningún otro producto agrícola.

Leucaena constituye un grupo de especies de árboles y arbustos emparentados con la familia del guisante, que son originarios de América Central. Un estudio de la Academia Nacional de Ciencias norteamericana señalaba:

> De todas las legumbres tropicales, *Leucaena* es la que ofrece un abanico más amplio de aplicaciones. Gracias a sus muchas variedades, *Leucaena* puede producir forraje, leña, madera y un fertilizante orgánico muy rico. Entre sus diversos usos figura la reforestación de laderas tropicales, la provisión de sombra, así como de cortamientos, cortafuegos y ornamentación. A pesar de que árboles individuales de *Leucaena* han producido cantidades extraordinarias de madera —de hecho, los totales anuales más altos que se recuerdan—, y aunque la planta da cuenta de algunas de las ganancias de peso más altas que se han obtenido en ganado vacuno alimentado con forraje, su cultivo resta ignorado y no se ha explotado suficientemente su elevado potencial.[95]

Algunas variedades de *Leucaena* poseen maderas densas que crecen muy rápidamente (se pueden talar al cabo de un período de entre tres a diez años), por lo que resultan ideales para cultivo en plantaciones de biomasa. Las plantaciones de *Leucaena* se podrían emplear en combinación con los molinos de viento para satisfacer buena parte de las necesidades energéticas de Hawái. Al igual que el guayule y la jojoba, *Leucaena* no requiere terrenos de gran calidad para su cultivo y tolera una extraordinaria gama de ambientes tropicales y subtropicales.

---

[94] Ibíd.

[95] National Academy of Sciences, *Leucaena: Promising Forage and Tree Crops for the Tropics.* National Academy of Sciences, Washington D.C., 1977.

La biomasa no es el único sistema que poseen las plantas de ayudar a la humanidad en el campo de la energía. Ciertas plantas tropicales de la familia de la lechetrezna sintetizan un hidrocarburo que puede resultar prometedor como fuente renovable de petróleo con baja concentración de azufre. Tras una mejora genética adecuada, probablemente las «granjas de gasolina» sustituirán una buena parte de los combustibles portátiles del mundo.[96] Esto puede parecer extraño a primera vista; sin embargo, debería tenerse presente que *todos* los combustibles fósiles fueron originariamente hidrocarburos vegetales que fueron «procesados» por los procesos geológicos durante millones de años hasta convertirlos en carbón, petróleo y gas natural. No existe razón teórica para que el *Homo sapiens* no pueda saltarse la secuencia plantas-gasolina, partiendo de plantas especialmente ricas en hidrocarburos, excepto, la posibilidad de que las mejores fuentes vegetales puedan ser especies y poblaciones desconocidas que en este preciso instante estén siendo extinguidas.

Los animales también proporcionan una amplia gama de materiales de utilidad comercial, como, por ejemplo, la laca de la cochinilla de la laca, el almizcle del venado, la lana de la oveja y la cola de la gelatina de caballo. La lana de oveja y otros vellos animales (como, por ejemplo, el pelo de camello, la lana de cachemira, de llama, de vicuña) poseen cualidades muy difíciles, por no decir imposibles, de reproducir en los tejidos sintéticos. Lo mismo ocurre con la seda y el cuero. Los plásticos producen resultados aceptables en bolsos y maletas, pero los intentos de emplearlos en zapatería han sido bastante desastrosos. El plumón, es decir, las delicadas plumas que subyacen al plumaje principal de las ocas y otras aves, es quizás el aislante mejor y más ligero que se conoce (prueba de ello es la

[96] Thomas K. Maugh II, «Guayule and Jojoba: Agriculture in semiarid regions», *Science* 196:1189-1190, 1977, y National Academy of Sciences. «Underexploited Tropical Plants...», óp. cit.

gran demanda de chaquetones, chalecos y sacos de dormir de plumas).

Algunos de estos productos, desde luego no todos, se obtienen de animales domesticados, muchos de los cuales se crían también con fines alimenticios. Por supuesto, estos animales no corren peligro de extinción, y existe un control sobre su explotación. No obstante, el mercado de los productos que ofrecen determinados animales se convierte en la principal causa de extinción, por ejemplo, el cachalote por su esperma, el rinoceronte por su cuerno, el elefante por el marfil y el venado por el almizcle.

Aunque la búsqueda de nuevas especies para su explotación en procesos industriales puede ser importante, es dudoso que éste sea un argumento contundente para la preservación de la diversidad animal en términos generales. (Un motivo distinto es apoyarse en el valor económico de un producto para preservar una especie concreta, como, por ejemplo, la amenazada vicuña.) La principal pérdida para la industria como resultado de la reducción del número de especies vivas, provendrá del agotamiento de las increíbles existencias de productos químicos orgánicos que existen en las plantas.

LOS COSTES DE OPORTUNIDAD DE LA EXTINCIÓN

La humanidad obtiene beneficios directos de muchas especies hasta un punto que la inmensa mayoría de los seres humanos ignora por completo, además, las posibilidades de un empleo más amplio, también ignoradas, son sin duda enormes. Los costes directos más importantes de la tendencia actual a la extinción de un número siempre creciente de especies son lo que los economistas denominan costes de oportunidad y que constituyen la diferencia entre las ganancias obtenidas durante el proceso de exterminio y el valor de la especie o la población, explotados de manera óptima, si se hubieran preservado.

El coste de oportunidad de aniquilar las ballenas sería su valor como fuentes de interés y disfrute para las futuras generaciones. Para otras personas podría ser su valor como provisión eterna de comida para perros y otros productos, si se pudieran obtener sobre la base de una producción aceptable.

Es de suponer que la decisión de eliminar o no una especie se tomará «racionalmente» (en términos económicos) una vez el recurso vivo tiene un valor conocido. Pero, por ahora, los costes de oportunidad de aniquilar miles de especies, una de las cuales —que la humanidad no conoce— puede guardar el secreto para curar el cáncer o aliviar el problema del hambre en el mundo, no son fáciles de medir mediante los cálculos económicos usuales.

El ser humano siempre ha dependido de otros organismos para abastecerse de toda suerte de productos, desde los zapatos hasta las armas y herramientas e incluso para necesidades tan elementales como el alimento, la ropa, el combustible y los materiales de construcción de viviendas. Aún ahora sigue dependiendo de otros seres vivos para la mayoría de tales necesidades, a pesar de haber «domesticado», es decir, subyugado y adaptado en beneficio propio, muchas especies con el fin de controlar su producción. No obstante, las especies domesticadas continúan sujetas a las leyes de la naturaleza, tal como ocurre con el propio ser humano. Y la humanidad, junto con sus sistemas biológicos artificiales (agricultura y silvicultura), también se apoya, de muchas maneras indirectas, en un sistema más amplio que se denomina *biosfera o* naturaleza, si se prefiere. La mayoría de las personas no son conscientes de los aspectos tan sutiles que conlleva la dependencia de los ecosistemas naturales, pero no por ser comparativamente poco notorios son menos vitales.

5. BENEFICIOS INDIRECTOS: SISTEMAS SUSTENTADORES DE VIDA

El ser humano depende de la naturaleza para sobrevivir, y la naturaleza por su parte depende también del ser humano. Uno y otra han de encontrar la manera de convivir en el planeta Tierra, o la vida desaparecerá de él.

RAYMOND R. DASMANN
«Wildlife and Ecosystems».
En *Wildlife and America*

Volviendo a la analogía de la cosmonave con que se iniciaba este libro, arrancar remaches, es decir, provocar la extinción de otras especies, le cuesta muy caro a la humanidad debido al valor potencial de cada remache. Sin embargo, la preocupación más importante en torno a la extinción de especies y poblaciones debe concentrarse en el peligro de debilitar la estructura de la cosmonave Tierra.

Los sistemas biológicos naturales (ecosistemas) son el resultado de miles de millones de años de evolución. También el ser humano es un producto de este proceso en curso, y, como todos los demás organismos, depende de esos sistemas para su supervivencia. La mayoría de las personas parecen creerse independientes de la naturaleza, pero eso no es cierto. Los cultivos vegetales y los animales domesticados son asimismo productos evolutivos, si bien la humanidad ha actuado de agente selectivo dominante durante su evolución más reciente. La capacidad del ser humano para obtener materias primas, administrar recursos naturales y controlar diversos aspectos de su medio ambiente, por más impresionante que pueda ser, en modo alguno le libra de depender de la biosfera.

Los ecosistemas naturales sustentan la vida humana a través de una serie de servicios públicos absolutamente esenciales

y gratuitos. Una vez observados detalladamente, la naturaleza de esos servicios y los sistemas que los proporcionan, así como el papel que desempeña cada especie y población individual en el ecosistema, debería ser evidente ya qué cualquier enemigo del pez babosa es también un enemigo de! ser humano.

ESTRUCTURA DEL ECOSISTEMA

Técnicamente, un ecosistema es el conjunto de *todos* los seres vivos —plantas, animales y microbios— que viven en un área, unidos al medio ambiente físico. Por supuesto, todas las formas de vida están modificadas y constreñidas por su medio ambiente físico. Existen modificaciones que actúan sólo sobre una generación, es decir, el medio ambiente físico afecta al *desarrollo* de un organismo individual, por ejemplo, un árbol se atrofiará si se le planta en un suelo relativamente estéril.

Los organismos también pueden resultar afectados al cabo de muchas generaciones si sus caracteres hereditarios cambian por selección natural, es decir, por el proceso de la *evolución.* Por ejemplo, si se enfría el clima de una región, aquellos individuos de cada especie que resistan mejor el frío, tenderán a tener más hijos que los menos resistentes y quizá puedan merodear más en busca de alimento, pareja o refugio. Si la variabilidad individual de la resistencia al frío se debe primariamente a diferencias genéticas, toda la población se volverá, poco a poco, resistente al frío. La capacidad del individuo para desarrollarse de manera diferente en distintos ambientes, y la de la población para evolucionar en respuesta a los cambios ambientales, son sin duda esenciales para la supervivencia de los seres vivos en este planeta.

El medio ambiente físico afecta a los organismos que viven en él, y, como es lógico, lo contrario también es cierto. Los líquenes ayudan a descomponer las rocas para formar suelos; las raíces de los árboles y hierbas protegen el suelo de la erosión; los bosques regulan su propio clima; la lombriz de tierra

remueve el suelo y lo fertiliza. Los seres vivos de un ecosistema y los componentes físicos del sistema están ligados por un laberinto de interacciones. El laberinto es tan intrincado que no es del todo absurdo afirmar simplemente que *cualquier criatura viva afecta potencialmente a cualquier otra criatura viva y al medio ambiente físico del planeta.*

Muchas de las vías de influencia son en extremo indirectas.[97] Por ejemplo, las principales influencias de los animales sobre los factores físicos del medio ambiente se deben probablemente a su impacto sobre la flora. Herbívoros (animales consumidores de plantas) como el ratón pueden arrasar la vegetación de una zona y causar una erosión importante, a menos que su población esté sometida al control de un depredador como el ratonero, por ejemplo. De éste modo, el ratonero puede influir en el medio ambiente físico a través de una cadena que incluye el ratón y las plantas. Si un piojo ayudase a propagar cierta enfermedad de un ratonero a otro, también este podría influir en la erosión de una ladera.

Existe un incidente famoso a propósito de las intrincadas relaciones en el seno de un ecosistema. Hace unos años, la Organización Mundial de la Salud utilizó grandes cantidades de DDT en un programa para el control de los mosquitos en Borneo. Acto seguido, la población local, libre de mosquitos, empezó a sufrir el azote de una plaga de orugas que devoraban las techumbres de las casas hasta desmoronarlas. Los hábitos de las orugas limitaban su exposición al DDT, pero las avispas depredadoras que hasta entonces habían controlado a las orugas habían desaparecido.

También se fumigaron los interiores de las viviendas para eliminar las moscas domésticas. Los gecos que hasta entonces habían controlado la población de moscas, engulleron los cadáveres, ahora impregnados de DDT. De resultas, los gecos acabaron envenenados y de sus cuerpos dieron cuenta los gatos

[97] Muchas de las influencias son lo suficientemente pequeñas como para perderse entre el «ruido» del sistema.

domésticos. Los gatos recibieron dosis masivas de DDT —que se había concentrado a medida que pasaba de las moscas a los gecos y de éstos a los gatos— y perecieron. Llegados a este punto, se desata otra nueva plaga, las ratas que no sólo devoraban la comida de los ciudadanos, sino que además les amenazaban con la peste bubónica. El gobierno de Borneo se alarmó tanto que decidió lanzar gatos en paracaídas sobre el área afectada, en un desesperado intento de restablecer el equilibrio.[98]

Cadenas y redes alimentarias

A pesar de estas complicadas conexiones, se conoce bastante bien la estructura general y el funcionamiento de los ecosistemas. Generalmente se disponen más o menos en forma de pirámide, con masas de plantas en la base, sustentando toda la estructura y con un número relativamente pequeño de organismos carnívoros que coronan la cúspide. La distribución está determinada por secuencias de alimentación —por ejemplo, planta a ratón a ratonero a piojo de ratonero— denominadas *cadenas alimentarias.* Si se destruyen las plantas que son el sostén de dichas cadenas, se colapsará toda la secuencia. Si un animal favorece la destrucción de una cadena, pueden producirse explosiones en las poblaciones de los niveles inferiores.

Esta situación es realmente complicada, porque las cadenas se entrelazan entre sí formando *redes alimentarias*, y todos los componentes vivos sufren la influencia del medio ambiente físico. Pero si se tienen en cuenta las características de la secuencia alimentaria básica de los ecosistemas, como se verá más adelante, la complejidad no debería eclipsar las características básicas de los ecosistemas.

Con algunas excepciones poco significativas, toda la energía que fluye por los ecosistemas proviene del Sol. La energía solar es «capturada» por las plantas verdes durante el complejo

[98] La historia del DDT y los gatos fue narrada por Gordon Harrison. *Natural History*, diciembre 1968.

proceso de la fotosíntesis. De ahí que sean la base sustentadora de la pirámide. En este proceso, la energía del Sol sirve para convertir el dióxido de carbono y el agua en azúcares, liberándose oxígeno como subproducto. Tanto las plantas como los animales emplean luego este oxígeno para «quemar» poco a poco los azúcares, de modo que la energía obtenida les permite accionar sus procesos vitales.

Normalmente, las plantas que pueden llevar a cabo la fotosíntesis son verdes, debido a que contienen un pigmento llamado clorofila, que juega un papel primordial en el proceso fotosintético, ya que es la sustancia química que captura la energía luminosa. La vida y los ecosistemas no existirían sin esta fuente de energía, así que no es sorprendente que las plantas sean el componente fundamental de los sistemas ecológicos. De hecho, toda la carne es hierba, porque todos los animales dependen para su sustento de las plantas que comen, o de otros animales que han comido plantas, o de otros animales que comen animales que comen plantas.

Una manera habitual de aproximarse a la estructura de los ecosistemas consiste en dividir las cadenas alimentarias en niveles *tróficos* (alimentarios). El primer nivel es el de los *productores:* las plantas verdes. En el segundo se hallan los *herbívoros:* los animales que comen plantas. El tercer nivel corresponde a los *carnívoros:* los animales que comen otros animales. Pueden existir varios niveles de carnívoros. Por ejemplo, los piojos que se alimentan del ratonero, serían carnívoros de segundo orden. Como también lo sería el ratonero cuando se alimenta de pequeñas aves insectívoras o de una culebra.

Un nivel trófico muy importante, que conecta con todos los demás, es el de los *descomponedores.* Este nivel engloba infinidad de pequeños insectos, ácaros, gusanos, hongos y bacterias que su única función es destruir los productos de desecho y los cuerpos muertos de los organismos más grandes. Durante el proceso de extraer la energía necesaria, a partir de las moléculas orgánicas que antes pertenecieron a árboles, ratones y ballenas, los descomponedores desempeñan la importantísima

función de liberar moléculas de nutrientes esenciales para el crecimiento de plantas y animales devolviéndolas al ecosistema. En los ecosistemas terrestres, la mayoría de los descomponedores viven en el suelo.

Funciones del ecosistema: ciclos de nutrientes

Ni el ser humano, ni ningún otro organismo puede vivir sólo de azúcares. Todos los organismos necesitan acceder a una gama más amplia de elementos; entre los más importantes se encuentran el carbono, el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno, el fósforo, el potasio, el azufre, el hierro, el calcio, el magnesio, el cobre, el manganeso, el molibdeno, el boro y el cinc. Como en el caso de los azúcares las plantas de la base de la pirámide son la fuente última de los elementos esenciales de todos los animales y descomponedores.

Los nutrientes esenciales tienden a seguir trayectorias cíclicas a través de los ecosistemas. Por poner un ejemplo muy simplificado, el fósforo —un elemento crítico en la capacidad de los organismos de utilizar la energía— es captado por las raíces de las plantas y pasa a los animales que las comen. Los carnívoros, por su parte, obtienen el fósforo de los herbívoros. Los descomponedores del suelo destruyen las moléculas orgánicas que contienen fósforo, y éste queda otra vez disponible para que las raíces de las plantas lo absorban. En líneas generales, cuando no en detalle, el ciclo del fósforo es muy parecido al de los demás nutrientes.

Los caminos seguidos por los nutrientes en el ecosistema pueden ser muy complejos. El más intrincado de todos ellos es el del nitrógeno, que por constituir un componente de las proteínas es esencial para todos los seres vivos. En la atmósfera existe una enorme provisión de nitrógeno, pero los animales superiores no pueden servirse directamente de ella. Ciertos microbios especializados (principalmente algas azules y unos pocos grupos de bacterias) son capaces de «fijar» el nitrógeno at-

mosférico, es decir, de convertirlo en formas que los demás seres vivos pueden utilizar. Las bacterias fijadoras de nitrógeno mejor conocidas viven en los nódulos de las raíces de las leguminosas, como, por ejemplo, el guisante, la judía, el cacahuete, el trébol y la alfalfa. En consecuencia, estas valiosas plantas no sólo proporcionan alimento vegetal rico en proteínas para el ser humano, y forraje para los animales, sino que además, gracias a sus compañeros microbianos, abastecen el suelo de nitrógeno vital. La fijación del nitrógeno acontece asimismo en hábitats acuáticos, principalmente gracias a la acción de algas azules. Muchas de ellas son organismos de vida libre, pero existe una, muy importante, que vive en simbiosis con un helecho acuático en los arrozales.

Una vez fijado el nitrógeno en el suelo o en el agua, las plantas lo capturan y lo distribuyen a través de innumerables canales biológicos diferentes. Por último, durante el proceso de descomposición, otro grupo de organismos devuelve parte del nitrógeno al depósito atmosférico.

Energía

Mientras que los nutrientes circulan por el ecosistema según un ciclo concreto, la energía fluye a través del mismo en una sola dirección. Los físicos observaron hace tiempo que la capacidad de la energía para realizar un trabajo sólo se puede usar una vez. Por otro lado, en el mundo real, siempre se pierde parte de esa capacidad teórica. Por ejemplo, es imposible convertir todas las kilocalorías de la energía química de un barril de gasolina en el mismo número de kilocalorías de energía mecánica del eje de transmisión de un automóvil. En realidad, en un motor de coche normal, el 70% de esas calorías se queman en el tubo de escape, o se convierten en calor que desprende del motor y es inutilizable para el eje de transmisión (es decir, el motor sólo aprovecha un 30%). Esta tendencia de la energía

a la indisponibilidad para realizar un trabajo es uno de los muchos fenómenos que los físicos describen como consecuencia del segundo principio de la termodinámica.[99]

---

[99] Puesto que todos los procesos naturales o tecnológicos conservan energía —la primera ley de la termodinámica dice que la cantidad total de energía permanece constante, incluso cuando cambia su distribución entre las distintas formas de energía— se podría pensar que la energía podría ser reciclada Sin embargo, el atributo de la energía que la hace de utilidad en su capacidad para realizar un trabajo y dicho atributo no se conserva. La segunda ley de la termodinámica dice que todas las transformaciones energéticas conllevan una disminución, no recuperable, de la capacidad de la energía de efectuar un trabajo. La magnitud de esta reducción de capacidad es igual o mayor que el trabajo realizado y en los procesos de la vida real el término «mayor» siempre prevalece. El atributo útil de la energía —su capacidad para realizar un trabajo— no es reciclable sino que sólo puede ser usado una vez. Es por esta razón que todos los sistemas, naturales y tecnológicos, requieren para su continuidad un aporte más o menos continuo de energía «fresca».

La fracción de una cantidad dada de energía que representa la capacidad teórica de realizar un trabajo se denomina a menudo la *disponibilidad* de la energía. Esta fracción depende únicamente de las propiedades de la propia energía —esto es, de su forma (química, eléctrica, térmica, etc.) y, a veces, de otras características como (en el caso de la energía térmica) de la diferencia de temperatura entre la energía y sus alrededores. La fracción del potencial teórico realmente aprovechada por un determinado proceso consumidor de energía depende, sin embargo, de los detalles de este proceso. Así, mientras que la energía química de la gasolina tiene una disponibilidad de, esencialmente, el 100% —en teoría, prácticamente, toda esta energía puede ser utilizada para realizar un trabajo— los actuales motores de gasolina, de combustión interna, funcionan con un rendimiento, en forma de trabajo útil, de alrededor de un 30% de aquel potencial. (La mayor parte de aquella disponibilidad se pierde en este caso durante las primeras etapas del proceso, en la combustión de la gasolina para dar lugar a los gases calientes expelidos per el motor.) La disponibilidad en tales productos de la combustión es sólo, aproximadamente, de la mitad del de la gasolina).

La diferencia entre la cantidad de energía procesada y la cantidad aprovechada en forma de trabajo tiene dos componentes distintos: la parte debida a la energía no disponible desde el comienzo y otra parte que se convierte en no disponible por las limitaciones del proceso concreto utilizado. Ambos tipos de pérdidas tienden a manifestarse de la misma forma, es decir, por emisión de calor residual (energía térmica) cuya disponibilidad es escasa debido a que la diferencia de temperatura con el medio exterior es insuficiente. Es importante tener en cuenta que la energía transformada en trabajo también acaba, más tarde o más temprano, en el ambiente en forma de calor residual como resultado de

Los organismos vivos emplean el trabajo derivado de la energía que procesan, para capturar más energía —sea del Sol, sea de otros seres vivos—, para fabricar tejidos destinados a crecimiento o reparación, para concebir hijos y para protegerse de los enemigos. En todos estos procesos, los principios de la termodinámica se aplican con la misma rigidez que en un motor del automóvil.

La pérdida de disponibilidad de la energía para realizar un trabajo es la que dicta que ésta fluya en un solo sentido a través de las cadenas alimentarias de los ecosistemas. A diferencia de los átomos de los nutrientes, que pueden usarse una y mil veces, la capacidad de realizar trabajo presente en una cantidad de energía dada sólo puede usarse una vez. En cada nivel trófico del ecosistema, los organismos extraen algún trabajo de la energía recibida originalmente del Sol. Y en cada nivel se pierde una cierta capacidad de la energía para realizar trabajo, porque, como el coche y el ser humano, los demás seres vivos tampoco pueden conseguir una eficacia del 100 por cien en la conversión de la energía. Los animales que comen plantas son incapaces de convertir toda la energía que reside en las plantas en energía para su uso individual. Parte de la energía queda en los productos de desecho que no se llegan a digerir, y parte se pierde durante los procesos de la digestión y la asimilación. Además, durante sus propios procesos vitales, todo animal y planta utiliza energía continuamente para funcionar. Cuando se realiza un trabajo, parte de la energía se convierte en calor y se disipa y, por consiguiente, todo ser vivo está siempre desprendiendo calor. Este efecto es mucho más evidente en los animales llamados de sangre caliente, por ejemplo, un ser humano emite constantemente más calor que el que produce una bombilla de 100 watios.

La consecuencia más importante de todo este proceso es que en cualquier nivel trófico, los seres vivos sólo disponen de

---

transformaciones adicionales que, de acuerdo con el segundo principio de la termodinámica, tienden, inevitablemente, a dirigirse en la misma dirección.

un 10% de la capacidad para realizar trabajo con que cuentan los del nivel trófico inferior. En definitiva, esto significa que si el peso de los herbívoros de un ecosistema fuera de diez toneladas, sólo cabría esperar una tonelada de carnívoros. Además, esto entrañaría un mínimo de cien toneladas de plantas para sostén de los herbívoros.[100] Es decir, como la capacidad de la energía para realizar un trabajo no es reciclable, el peso y el número de organismos en la mayoría de los ecosistemas se ordenan según una *pirámide trófica* en la que están situadas una gran cantidad de plantas sustentando una cantidad mucho menor de herbívoros, que a su vez mantienen una cantidad menor de carnívoros de primer orden, sobre los que apoya una cantidad mucho menor de carnívoros de segundo orden, y así sucesivamente.

Un ejemplo claro, aunque simplificado, sería el sistema bosque montano-pradera, en el que es posible encontrar una gran variedad de plantas sustentadoras de ciervos, alces, insectos herbívoros, conejos, ratones, marmotas, ardillas y aves frugívoras y granívoras, entre otros. Los predadores de los herbívoros incluirían ratoneros, coyotes, osos (que también se alimentan de plantas), insectos carnívoros, culebras e incluso seres humanos. El segundo orden de carnívoros lo constituyen algunos de los anteriores animales así como garrapatas, mosquitos, ácaros y otros pequeños organismos que atacan a los animales más grandes. En cada nivel, las poblaciones tienden

---

[100] Los herbívoros pueden sobrepasar en peso a las plantas de las que se alimentan si estas plantas crecen muy deprisa, de modo que existe una rápida renovación a nivel de los productores. En algunos sistemas marinos, las plantas son algas unicelulares que se reproducen muy deprisa y la masa de plantas es excedida, por la de los animales que se alimentan de ellas y que no se reproducen tan rápidamente Esta situación se denomina una *pirámide de biomasa invertida* El flujo de energía, sin embargo, es siempre mucho mayor a través del nivel trófico de los productores que en el caso de los herbívoros y esta pirámide de flujos energéticos nunca es invertida. Para más detalles véase E. P. Odum, *Fundamentals of Ecology,* 3º ed. W. B. Saunders, Philadelphia. 1971. (Existe una traducción en castellano, con el título *Ecología,* publicado por Ed. Interamericana.)

a ser más pequeñas y el peso total de los organismos es mucho menor que el del nivel inferior. (La población humana, claro está, no es pequeña, pero sólo una mínima proporción de cazadores utiliza el ecosistema bosque montano-pradera como fuente de alimentos, y aun éstos sólo obtienen una fracción de su alimento mediante este sistema.)

ESTRUCTURA PIRAMIDAL Y PERTURBACIÓN DEL ECOSISTEMA

Es necesario comprender las consecuencias de la estructura piramidal de los ecosistemas si se quiere apreciar cómo esos sistemas responden a los ataques, y por qué las poblaciones y especies de ciertos niveles tróficos son más sensibles a la extinción que otras especies de niveles diferentes.

Dada la estructura piramidal de los ecosistemas, las poblaciones de depredadores casi siempre son menores que las poblaciones de herbívoros, y en igualdad de condiciones, las poblaciones pequeñas son más sensibles a la extinción que las más grandes. Una razón es, sencillamente, el azar. Por ejemplo, si se produce un suceso catastrófico, como una helada demasiado fuera de época, éste mataría al 99% de los seres vivos expuestos. Si la población contaba con mil individuos, habría diez supervivientes, lo cual es suficiente para permitir una eventual recuperación. Sin embargo, una población original formada únicamente por cien individuos se vería reducida a uno. Si éste se reproduce sexualmente, el resultado final es la extinción.

Para los organismos con reproducción sexual (que son la inmensa mayoría) la reducción del tamaño de la población entraña muchos riesgos que no se reflejan en el número absoluto de individuos. Por ejemplo, cuando una población mengua a unos pocos individuos, se pierde la mayor parte de la variabilidad genética. Además, si la población continúa en cantidades mínimas, la variabilidad tenderá a erosionarse todavía más. Esto puede acarrear gravísimas consecuencias, y en la mayoría

de los casos, lo más probable es que el fin último sea la extinción. Variabilidad reducida significa que una población es menos capaz de adaptarse a cualquier cambio del medio ambiente, sea un cambio brusco de clima, una reducción en la provisión de alimentos, la presión de un nuevo depredador, o una enfermedad.

Por otra parte, en muchos animales sociales, la reducción del tamaño del grupo puede provocar que los supervivientes sean mucho más vulnerables en otros aspectos. Por ejemplo, es evidente que muchos animales están más a salvo de depredadores y se alimentan más eficientemente si se organizan en grupos de cierto tamaño. Éste es el caso de las manadas de antílopes y ciervos, las bandadas de aves migratorias y los grandes bancos de peces.

Por último, si una población ocupa un área muy extensa, al menguar el tamaño de la población, los individuos tendrán mayores dificultades para encontrar pareja. El oso, que lleva una existencia solitaria la mayor parte del año, y cuyas poblaciones han disminuido drásticamente en todos los continentes, pueden ser una de las primeras especies en extinguirse por esta causa. Algunas especies de rinoceronte, como se recordará, también se han vuelto muy vulnerables por efecto de la reducción del tamaño de la población. Asimismo, las plantas pueden tener problemas de entrecruzamiento si los individuos se hallan lo suficientemente dispersos para que la polinización no sea posible. Esto es mucho más probable que ocurra en las selvas húmedas tropicales, donde los individuos de una población de plantas tienden a dispersarse entre los de otras muchas especies.

Bioconcentración

Una característica importante de los sistemas biológicos es su capacidad de concentrar selectivamente sustancias del medio ambiente, lo cual también crea vulnerabilidad diferencial a la extinción. Es de común aceptación que cualquier sustancia

liberada en un ecosistema se dispersará hasta que su distribución en el medio ambiente en que fue liberada sea uniforme. Por ejemplo, en 1971, el premio Nobel sir Robert Robinson cometió un error al calcular la dilución del plomo como contaminante en los océanos, y anunciar que la concentración sería tan baja que su impacto, desde el punto de vista biológico sería despreciable.[101] Esta conclusión no tenía en cuenta el proceso de *bioconcentración.*

Una de las formas más simples y efectivas de bioconcentración se da en las almejas y las ostras —filtradores— que subsisten a base de tamizar pequeñas cantidades de nutrientes del medio ambiente que, a veces, inadvertidamente, contienen contaminantes asociados. Se ha comprobado que las ostras acumulan hasta 70.000 veces la concentración de insecticidas del tipo DDT, presente en el medio ambiente.

Un mecanismo importante de bioconcentración es la afinidad que poseen ciertas sustancias químicas del medio ambiente con los componentes de los sistemas vivos. Por ejemplo, los hidrocarburos clorados —un grupo de sustancias químicas que incluye el DDT y los PCB (difenil policlorados)— tienen una elevada afinidad con la grasa. Por consiguiente, si se vierte al medio ambiente un hidrocarburo clorado, no se encontrará en el aire ni en el agua, sino en los organismos vivos. El ser humano, por ejemplo, acumulará DDT en su grasa corporal hasta concentraciones muy por encima de las que suelen encontrarse en los alimentos que ingiere; a finales de los años sesenta, la leche humana arrojaba concentraciones mucho mayores de las que se permiten en el comercio interestatal de leche de vaca. (Desde que el uso de DDT se prohibió casi en su totalidad en Estados Unidos en 1972, las concentraciones en la grasa corporal y en la leche de los norteamericanos han disminuido de forma notable.) En igualdad de condiciones, los organismos de vida más larga concentrarán más toxinas por esta vía que las de vida más breve, ya que estarán expuestos durante más tiempo.

---

[101] Carta al *Times* de Londres del 4 de febrero de 1971.

La propia estructura alimentaria piramidal del ecosistema proporciona un mecanismo adicional de bioconcentración. Por ejemplo, los herbívoros incorporan a su organismo sólo una pequeña proporción de la energía originalmente presente en las plantas. El resto la excretan, la emplean en impulsar sus actividades, o la disipan como calor. Pero si las plantas han sido tratadas con DDT, buena parte de éste pasará a los herbívoros y se almacenará en su grasa. A la vez, las poblaciones de carnívoros que se alimentan de dichos herbívoros capturarán sólo una pequeña cantidad de la energía presente en ellos, pero se transmitirá de nuevo gran parte del DDT. Así pues, el peso del DDT que circula por la cadena alimentaría desaparecerá muy lentamente, mientras que el peso de los organismos en los sucesivos niveles tróficos disminuye, la mayoría de las veces, de forma brusca. En cada eslabón de la cadena alimentaria se multiplica la cantidad de DDT por kilo de materia viva. En consecuencia, la concentración de DDT en los niveles superiores de la cadena alimentaria será mucho más elevada que en los inferiores, provocando, entre otras cosas, la muerte de los gatos de Borneo.

En un estudio realizado por los ecólogos George Woodwell. Charles Wurster y Peter Isaacson en los años sesenta, se identificó la red alimentaria de un estuario de Long Island y se estudiaron las concentraciones de DDT en sus elementos. Según ese estudio, algunas plantas acuáticas presentaban concentraciones de DDT de menos de 0,1 partes por millón (p.p.m.), mientras que, en el otro extremo de la cadena alimentaria, las aves depredadoras poseían concentraciones de 75 p.p.m.[102] Tal es el resultado combinado del mecanismo en pirámide y la causa de que los organismos de la cúspide de la cadena alimentaria tengan una vida más larga.

---

[102] Véase G. M Woodwell. «Toxic substances and ecological eyeles». *Scientific American,* marzo de 1967.

En realidad, las altas concentraciones de DDT y otros hidrocarburos clorados en el extremo superior de las cadenas tróficas han supuesto una seria amenaza para las poblaciones de pelícanos, ratoneros, águilas y otras aves de presa. Dichos venenos bloquean la formación de las cáscaras del huevo, que llegan a ser tan delgadas que el peso de los propios padres los revienta al ser empollados. Afortunadamente, gracias a la prohibición casi total del DDT en Estados Unidos y a las restricciones en otros países, ha disminuido considerablemente la amenaza que se cernía sobre las aves de presa.

No obstante, la experiencia obtenida con el DDT dejó bien patente cuán sensibles son los depredadores a los venenos que la humanidad introduce en los ecosistemas, tanto por el reducido tamaño de sus poblaciones (que de por sí ya los hace más propensos a extinciones casuales y a pérdidas de variabilidad) como por el proceso de bioconcentración que los expone a concentraciones de esas sustancias venenosas, más elevadas que aquéllas a las que se ven expuestos los herbívoros.

Asimismo, existe otra razón por la cual los depredadores tienden a ser más vulnerables a la extinción que los herbívoros. Los herbívoros mantienen desde hace muchos millones de años una guerra evolutiva contra las plantas, que han desarrollado sistemas cada vez más perfectos en su lucha contra los herbívoros, y éstos a su vez han creado mecanismos para eludir las defensas vegetales.

Esta evolución escalonada y recíproca de organismos ecológicamente ligados recibe el nombre de *coevolución.*[103] Las plantas siempre resultarán vencidas en su «carrera coevolutiva» contra los comedores de plantas, ya que no pueden huir. En consecuencia, tienen que recurrir a una coraza y a la guerra química. Las espinas de plantas como los cactus constituyen un claro mecanismo de defensa contra determinados animales,

[103] P. R. Ehrlich y Peter Raven. «Butterflies and plants: a study in coevolution», *Evolution* 18:586-608. 1964.

pero casi todas las especies, la cafeína, la nicotina, los ingredientes activos de las drogas como la marihuana, la cocaína, el opio y la heroína, así como muchos medicamentos y otros compuestos defensivos sintetizados por las plantas para intoxicar a los herbívoros.

Así pues, los insectos herbívoros han sufrido una enorme experiencia evolutiva debido a los pesticidas, ya que están preadaptados al ataque con toxinas y pueden responder fácilmente a los intentos humanos de envenenarlos, desarrollando variantes resistentes. Por el contrario, los depredadores no han experimentado nunca semejante presión para desarrollar defensas fisiológicas contra el envenenamiento, por lo que pueden carecer de sistemas susceptibles de una rápida modificación para destoxificar un nuevo pesticida. Si se une este dato al reducido tamaño de sus poblaciones, el riesgo que corren los depredadores es mayor que en los herbívoros, además de ser más sensibles a la extinción.

En general, toda población de un ecosistema natural ha desarrollado una serie de características que la convierten en elemento funcional único de ese sistema, además de ser capaz de tolerar todo el espectro de propiedades físicas (temperatura, humedad, salinidad) característico del ecosistema en el que se ha situado, de tal modo que resulta más o menos compatible con los otros organismos del ecosistema. La variación geográfica es una manifestación de las poblaciones en su adaptación al ecosistema.

SERVICIOS DEL ECOSISTEMA

Puestos ya en antecedentes sobre la estructura y organización de los sistemas ecológicos, es necesario comentar cómo se sustenta la vida humana. A este respecto, se debe recordar que poblaciones y especies, amenazadas o no, son componentes vitales de los sistemas medioambientales naturales. Cada clase de organismo tiene su propia función en el ecosistema y, en cierto grado —a menudo excesivamente alto— es esencial

para el buen funcionamiento continuado de ese sistema A su vez, cada clase de organismo depende de otros elementos del ecosistema para su propia existencia.

Es imposible disociar la protección de las especies de la protección de los ecosistemas naturales ya que son dos aspectos de la misma serie fundamental de recursos. En teoría, la pérdida de *cualquier* especie puede afectar a cualquiera de las funciones generales de un ecosistema, y si las extinciones en el sistema se repiten, probablemente surgirán graves inconvenientes.

Mantenimiento de la calidad de la atmósfera

La mezcla de gases y otras sustancias de la atmósfera de la Tierra fue creada, en gran medida, por los seres vivos del planeta, y son estos seres vivos quienes mantienen su composición apta para la vida. Aproximadamente un 21% del oxígeno que respira el ser humano y los demás animales terrestres, es producto de la actividad fotosintética de las plantas verdes. Cuando no se producía fotosíntesis, la atmósfera carecía de oxígeno y, en consecuencia, no existían animales. El resto del aire es, en su mayor parte, nitrógeno (78%). La concentración de este elemento en la atmósfera está controlada por el ciclo del nitrógeno, descrito anteriormente.

La proporción de esos dos gases en la atmósfera es vital ya que una disminución significativa de la concentración de oxígeno produciría enormes desastres. Sin embargo, pocas personas son conscientes de que un pequeño aumento en dicha proporción también sería letal. Si la concentración de oxígeno se incrementara del 21 al 25%, la vida terrestre sería imposible. Si cayera un rayo en una atmósfera con un 25% de oxígeno la húmeda selva tropical ardería sin control alguno, y toda la vegetación sería pasto de un fuego planetario.

Aproximadamente un 1% del aire seco que no es oxígeno ni nitrógeno, contiene diversos gases importantes para la humanidad, cuyas concentraciones también están controladas por

el funcionamiento de los ecosistemas. Entre ellos figuran el dióxido de carbono y el ozono, ambos vitales en la regulación del clima, y el metano, que interviene en la regulación de la concentración de oxígeno.

Dado que las reservas atmosféricas son enormes deberían transcurrir millones de años para que se produzcan cambios significativos en la concentración de oxígeno y nitrógeno, aun cuando la regulación por los ecosistemas estuviera seriamente perturbada. Además, el grado de perturbación requerido para producir cambios sustanciales ya habría acabado con la civilización por otros medios.

Sin embargo, este resultado no es el mismo si lo que cambian son los componentes gaseosos «menores» o el vapor de agua, que en parte también se mantienen en la atmósfera gracias a los procesos biológicos. El ozono, por ejemplo, cuya concentración en la atmósfera es de una parte por cien millones, elimina la radiación ultravioleta del Sol —muy perjudicial para las plantas y los animales—, así que un cambio en la concentración de ozono puede afectar al clima.

Otro gas producido por los ecosistemas, el óxido nitroso, influye en la concentración de ozono, aunque no se sabe muy bien cómo. Lo que sí se sabe es que los microorganismos que producen óxido nitroso, lo hacen hasta cierto punto, a una tasa muy elevada si su medio ambiente se vuelve más ácido. En el capítulo 7, se hará referencia a cómo las actividades humanas han acidificado la lluvia. Durante este proceso, la humanidad ha provocado probablemente la formación de más óxido nitroso, lo que a su vez puede estar dañando esa vital pantalla de ozono.

Por otra parte, debería señalarse que los ecosistemas también pueden ayudar a controlar el contenido de polvo de la atmósfera (que afecta tanto al ser humano como al clima) mediante las funciones de retención de suelos. Las plantas, por su parte, eliminan el polvo y otros contaminantes de la atmósfera, por lo que los bosques pueden ser considerados como gigantescos filtros de aire.

Control y mejora del clima

Los ecosistemas no son sólo los responsables de la calidad y la composición actual de la atmósfera, sino que condicionan profundamente las pautas globales de circulación del aire que determinan el clima y el estado del tiempo en cualquier parte del mundo. La máquina atmosférica de nuestro planeta está impulsada por la energía del Sol. El calor solar genera columnas de aire ascendente sobre las áreas cálidas de la superficie, que es sustituido por masas de aire descendentes en las más frías. El resultado es la circulación de la atmósfera. El calor del Sol evapora asimismo agua de los océanos y de las fuentes de agua dulce. Cuando el aire caliente y húmedo asciende, se enfría, forma nubes y entonces puede llover (o nevar).

El sistema básico calentamiento/evaporación es muy complicado debido a las irregularidades de la superficie terrestre. Las cordilleras, por ejemplo, influyen en un alto grado en la meteorología de sus inmediaciones porque obligan al aire a subir por el lado de barlovento, enfriándolo y originando precipitaciones en este flanco de la cadena, mientras que en la otra vertiente se produce una «sombra pluviométrica».

Como el Sol es la fuerza rectora del sistema meteorológico, no es de extrañar que los factores que influyan en la cantidad de energía solar que es absorbida por la Tierra, sean importantes en la determinación del clima. Entre ellos se cuentan la reflectividad de la atmósfera (las nubes reflejan parte de la luz solar hacia el espacio exterior), la reflectividad de la superficie (los desiertos reflejan más que los bosques), y el confinamiento de la energía solar en la atmósfera, un mecanismo conocido como efecto de invernadero.[104]

---

[104] El término «efecto invernadero» es en realidad incorrecto puesto que buena parte del efecto calorífico en un invernadero no procede de un proceso similar al que tiene lugar en la atmósfera; véase P. R. Ehrlich, A. H. Ehrlich y J. P. Holdren. *Eco-Science: Population. Resources, Environment.* W. H. Freeman. San Francisco, capítulo 2.

Los ecosistemas del planeta influyen en estos tres factores críticos. Por ejemplo, la selva de la cuenca del Amazonas recicla muchas veces el agua de lluvia. No toda el agua que cae en la selva fluye directamente al mar sino que la mayor parte de la misma vuelve a la atmósfera gracias al prodigioso bombeo de las plantas. Por ejemplo, en un jardín, la postura erecta de las hierbas y la forma de las hojas de los árboles dependen de la disponibilidad de agua para las plantas. De hecho, éstas extraen constantemente agua del suelo para no marchitarse y mantenerse activas, y el agua pasa de la planta a la atmósfera. Así pues, la nubosidad sobre la cuenca del Amazonas es el resultado, en gran medida, de la actividad de la selva de la cuenca.

Si se talara el bosque, disminuiría la reflectividad de la atmósfera en el área, a la vez que aumentaría la del suelo. El resultado que cabe esperar es que el clima de la región fuera sensiblemente más seco y cálido. Siempre que se altere de manera drástica la comunidad biótica de un área, cambiará la reflectividad de la superficie y quizá la de la atmósfera, a lo que seguirá algún cambio en el clima local o incluso regional. La dirección y magnitud de los cambios dependerá de la importancia de la alteración en la comunidad biótica y del tamaño del área afectada. Los cambios climatológicos rara vez resultan más adecuados que los anteriores desde la perspectiva de la población humana local.

Los ecosistemas también influyen en la reflectividad de la Tierra de otras muchas maneras. Por ejemplo, las plantas de los ecosistemas naturales fijan, con bastante firmeza, el suelo del lugar. Cuando esos sistemas son suprimidos o alterados por la introducción del pastoreo o el cultivo de la tierra, las pérdidas de suelo tienden a aumentar. La erosión del viento es responsable de parte de esas pérdidas; en algunas zonas del mundo, el trasvase del suelo hacia la atmósfera es tan continuo que se forman nubes más o menos permanentes, como es el caso de la neblina de Harmattan en África. La presencia de polvo en la

atmósfera cambia la reflectividad de la atmósfera y, por consiguiente, influye en el clima.

Un ejemplo de la profunda influencia de los ecosistemas en el clima regional es un problema que afecta de manera creciente a buena parte del mundo: la desertización, es decir, la conversión de zonas aptas para la agricultura o el pastoreo en yermos desérticos. Además, la sobreexplotación del suelo desata un proceso de deterioro que se autorrefuerza. Por ejemplo, las especies ramoneadoras seleccionan y explotan de forma natural las especies vegetales más comestibles. A medida que desaparece la cubierta vegetal, el agua superficial se evapora más rápidamente, el clima se vuelve más seco y empieza la espiral descendente. El suelo desnudo, apelmazado por las pisadas de los animales, resulta más vulnerable a la erosión, tanto por la lluvia, cuando se produce, como por el viento. Estos cambios, por su parte, crean condiciones cada vez más duras para las plantas, por lo que en ese suelo en proceso de deterioro, crecerán pocas plantas realmente útiles. Esto a su vez incrementa la presión de ramoneo sobre las especies importantes, con lo que el territorio de apacentamiento se convierte en un desierto.

Existen razones más que suficientes para creer que el sobrepastoreo —resultado de la sobrepoblación de seres humanos y sus correspondientes animales— es responsable en alto grado de la expansión hacia el Sur del desierto de Sahara que tuvo lugar hace varias décadas en la zona conocida como el Sahel. Durante un período de sequía que se prolongó desde finales de los años sesenta hasta mediados de los setenta, las vacas y las cabras de la población nómada devoraron prácticamente todas las plantas verdes que surgían de la superficie del suelo. Es posible que la sequía constituyera un acontecimiento cíclico normal, pero la presión de la población humana y del ganado han intensificado sin duda alguna sus consecuencias. Los métodos climáticos indican que el mismo incremento de reflectividad provocado por la desaparición de la vegetación ha

reducido aún más la ya de por sí escasa pluviosidad de la región.[105]

Quizá la manera más espectacular que tienen los ecosistemas de influir en el clima sea la modificación del contenido de dióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera. Muchas actividades humanas liberan CO_2 en la atmósfera, la más destacada de las cuales es el consumo de combustibles fósiles y el clareo y quema de bosques.[106] Al mismo tiempo, el dióxido de carbono es eliminado de la atmósfera, absorbido por los océanos y captado por las plantas verdes en el curso de la fotosíntesis. Actualmente no existe acuerdo general sobre cómo se equilibran entre sí estos procesos; pero, sin lugar a dudas la concentración de CO_2 está aumentando en la atmósfera.

Algunos científicos afirman que una fracción significativa de este incremento se debe a la combinación de un descenso en la cantidad global de fotosíntesis, producido por el constante clareo forestal del planeta, añadido a un aporte adicional de dióxido de carbono a la atmósfera por combustión de la madera que estaba en esos bosques.[107] Así pues, la misma destrucción generalizada de ecosistemas forestales que está provocando la extinción de especies, puede contribuir también a producir un grave problema ambiental. Sin embargo, otros científicos declaran que el efecto del clareo y de los incendios forestales es irrelevante en comparación con el consumo de combustibles fósiles, o bien, que está compensado por la fotosíntesis adicional que se realiza en las tierras de cultivo. No obstante, unos y

---

[105] W. E. Omerod, «Ecological effect of control of African trypanosomiasis», *Science* 191:815-821, 1976; véase también C. Sagan y O. B. Toom y J. B. Pollack, «Anthropogenic albedo changes and the Earth's climate», *Science* 206: 1263- 1368, 1979.

[106] R. A. Bryson y W. M. Wendland, «Climatic effeets of atmospheric pollution», en S. F. Singer, *Global Effects of Environmental Pollution,* Springer-Verlag. Nueva York. 1970, pág. 130.

[107] George Woodwell, «The carbón dioxide question», *Scientific American.* 283(1):34-43, enero de 1978.

otros coinciden en afirmar que los ecosistemas de la Tierra están íntimamente implicados en el mantenimiento del equilibrio del CO_2 en la atmósfera. Éste es uno de los principales servicios prestados por numerosas especies de seres vivos.

Así pues, se debe tener en cuenta que un aumento del CO_2 atmosférico puede dar lugar a un incremento de la temperatura global media. Incluso un incremento pequeño —del orden de un grado— podría traducirse en cambios dramáticos del clima de buena parte del mundo. La estabilidad de los regímenes climáticos depende de pequeñas diferencias entre grandes números ya que un cambio en la temperatura media del planeta, por insignificante que parezca, puede provocar grandes alteraciones en el reparto de las precipitaciones, de igual modo que una centésima de onza más de presión puede incendiar un arma cuyo disparador precisa una presión total de seis onzas.

Por supuesto, cualquier cambio significativo en el clima afecta a los ecosistemas y a las diversas especies que en él viven. De hecho, algunos cambios climáticos bruscos han provocado la extinción de poblaciones de organismos, así que una alteración planetaria de las pautas climáticas, como la que produciría un incremento del CO_2, tendría efectos graves sobre la fauna y la flora del mundo.

Un hecho mucho más preocupante para la humanidad es que un cambio de ese estilo en los patrones climatológicos —un aumento o una mengua de la precipitación media, o un cambio en la duración de la temporada de crecimiento, por ejemplo— produciría serios problemas en la agricultura ya que las prácticas agrícolas están adaptadas a las condiciones climáticas locales. Si cambia el clima, el agricultor debe acomodarse a ello, pero como suelen utilizar sistemas muy tradicionales, el proceso es tan lento que, durante el mismo se pueden perder las cosechas. El incremento del CO_2 puede ocasionar cambios climáticos en todas las regiones productoras de alimentos de la Tierra, y esto, a su vez, podría dar lugar a la pérdida generalizada de cosechas, así como a hambrunas catastróficas. Como ha comentado el físico John Holdren, es probable que antes del

año 2020 alguna hambruna debida a cambios climáticos inducidos por el CO_2 pueda matar hasta mil millones de personas.[108] Tal sería el elevado precio a pagar por destruir poblaciones e incluso especies enteras de árboles tropicales.

Regulación de los suministros de agua dulce

Íntimamente ligado a la función de moderadores climáticos, los ecosistemas desempeñan un importante papel como reguladores de los suministros de agua dulce. Por ejemplo, las laderas boscosas tienden a retener y a reponer el suelo, además de poseer una gran capacidad para absorber la lluvia. Este agua de lluvia pasa luego, gradualmente, a los manantiales y arroyos. De igual modo, los bosques también son capaces de eliminar contaminantes del agua de lluvia, como ácidos, metales pesados y sustancias radiactivas. En consecuencia, el agua de esos manantiales y arroyos suele ser de una calidad superior a la que originalmente cayó sobre el bosque.[109]

El valor que tienen para la humanidad estos servicios de retención y conservación de suelos y agua, prestados por los sistemas naturales (especialmente los bosques), sólo se llega a apreciar cuando el sistema ha sido dañado o ha desaparecido por completo, junto a los correspondientes servicios. Tras la deforestación, el agua de lluvia corre torrencialmente por las laderas, erosionando rápidamente el suelo, anegando de barro las tierras bajas adyacentes y creando períodos alternativos de sequía y riada.

Es impresionante visualizar desde un avión esos ríos marrones, que arrastran en dirección al mar carretadas de precioso suelo procedente de las tierras altas despobladas. Uno de los

---

[108] «Observations for the California Energy Futures Conference», Sacramento, 20 de mayo de 1978. Para una revisión del tema del clima y la agricultura véase S. H. Schneider y L. E. Mesirow, *The Génesis Strategy: Climate and Global Survival.* Plenum, Nueva York, 1976.

[109] F. H. Bormann, «An inseparable linkage: Conservation of natural ecosystems and the conservation of fossil energy», *BioScience,* 26:754-760, 1976.

casos más graves de riadas tuvo lugar en la República Dominicana al ser asolada por un tremendo huracán en 1979. Si los bosques hubieran estado intactos, las pérdidas de vidas y bienes habrían sido, sin duda alguna, mucho menores. En junio de 1979, los monzones causaban en la India pérdidas que se elevaron a dos mil millones de dólares, y las riadas en el valle del Ganges se cobraron muchas vidas humanas. Las riadas eran el resultado de la deforestación, no sólo en los estados del Norte de la India, sino también en el vecino Nepal.[110]

Recientemente se ha señalado en un informe que la altura de la crecida anual del Amazonas en Iquitos, Perú, ha aumentado de forma sustancial desde 1970, debido, al parecer, a una deforestación a gran escala, seguida de bruscos incrementos de población en las zonas altas de la cuenca en Perú y Ecuador. Los autores del informe concluyen que, aunque la mayor parte del bosque amazónico está todavía sin talar, «los cambios hidrológicos y climáticos regionales que resultarían de la deforestación amazónica, predichos hace tiempo, pueden haber empezado ya».[111] Las consecuencias de posibles aumentos en la crecida del río serían catastróficas para la población de la Amazonia, que vive concentrada en los márgenes del río.

La deforestación puede producir cambios en el propio régimen local de lluvias. En muchas áreas, sobre todo en los trópicos, la destrucción del sistema forestal reciclador de la humedad tiene como resultado la reducción de la precipitación, localmente y en la dirección del viento. Algunas áreas anteriormente cubiertas de bosque húmedo, son en su totalidad desiertos, como es el caso de la mayor parte del empobrecido noreste brasileño.

---

[110] Norman Myers, «Development rather than destruction for tropical moist forests», manuscrito del 14 de febrero de 1980 para ser sometido a *New Scientist.*

[111] A. H. Gentry y J. López-Parodi, «Deforestation and increased flooding ot the upper Amazon», *Science* 210:1354-1356, 1980.

Formación y mantenimiento del suelo

Los suelos se renuevan continuamente gracias a las fuerzas físicas que producen la descomposición de las rocas, así como a la actividad concertada de infinidad de plantas y animales, muchos de ellos microscópicos. Estos organismos ayudan a desmenuzar la roca añadiendo materias orgánicas. Sin embargo, la tasa de generación del suelo suele ser muy lenta, más o menos del orden de unas pulgadas cada mil años. Además, los suelos no son mera roca pulverizada, sino que, en sí mismos, constituyen ecosistemas enormemente complejos. Su fertilidad es, en gran medida, el resultado de la actividad de organismos que pasan desapercibidos, como bacterias, hongos, lombrices y acáridos, todos los cuales desempeñan funciones específicas, adaptadas al suelo en que viven.

La diversidad de organismos en un pequeño pedazo de suelo es en verdad asombrosa. Por ejemplo, en menos de un metro cuadrado de suelo de pasto danés se encontraron unos 45.000 parientes de la lombriz de tierra, 10 millones de ascáridos y 48.000 diminutos insectos y acáridos. Un gramo de suelo agrícola fértil puede contener 30.000 animales unicelulares, 50.000 algas, 400.000 hongos y más de 2.500 millones de bacterias.[112]

La importancia de esos diminutos componentes vivos del suelo nunca se valora suficientemente. Entre ellos existen microbios que «fijan» el nitrógeno atmosférico, dejándolo disponible para otros organismos, así como descomponedores, tan esenciales para reciclar todos los nutrientes. Las lombrices y hormigas también desempeñan una importante función de «remodelación» del suelo, es decir, sacan a la superficie las partículas del fondo y viceversa, lo cual facilita el proceso de descomposición y mantiene el suelo lo suficientemente suelto como para que puedan pasar a su través el aire y el agua.

---

[112] Para más detalles acerca de los suelos, véase *Ecoscience*, op cit., págs. 252 y ss.

Algunos de los organismos menos evidentes pueden figurar entre los más importantes del ecosistema. Por ejemplo, ciertos hongos son esenciales para el mantenimiento de las poblaciones de diversos árboles. Aunque a un observador superficial puede parecerle que el organismo dominante en un bosque es un árbol gigantesco, en realidad, el organismo más esencial podría ser un oscuro pariente de las setas que crecen en el suelo del bosque. Los árboles pueden ejercer cierta dominancia ecológica, controlando las condiciones idóneas de los demás organismos, pero no podrían sobrevivir sin los hongos que les ayudan a obtener los nutrientes del suelo.

Estos organismos del suelo son de vital importancia para la productividad agrícola, del mismo modo que lo son para los ecosistemas naturales. La pérdida de sus servicios en el mantenimiento de la fertilidad del suelo sería desastrosa para la agricultura y no podría ser compensada en absoluto por fertilizantes artificiales.

Eliminación de residuos y reciclado de nutrientes

Íntimamente relacionadas con las funciones de los ecosistemas en la regeneración y mantenimiento del suelo se encuentran la eliminación de residuos y el reciclado de nutrientes. Los organismos descomponedores, que disponen de todos los residuos producidos por los organismos y de sus cuerpos cuando mueren, suelen vivir en el suelo. Los descomponedores reducen las grandes y complejas moléculas orgánicas, presentes en los excrementos y cuerpos muertos, a productos inorgánicos simples —principalmente nutrientes— que pueden entonces volver a sus puntos de partida en el sistema, a menudo por vías indirectas. Así pues, el reciclado de los nutrientes y la eliminación de residuos son dos aspectos del mismo proceso biológico.

Por ejemplo, un átomo de nitrógeno de la proteína muscular de una vaca muerta en las montañas litorales del sur californiano, puede introducirse en una hebra del ADN (la molécula

portadora del código genético) de un cóndor de California después de que éste se alimente del cadáver de la vaca. Este átomo de nitrógeno puede pasar, en el ADN, a una hija del cóndor y, por último, incorporarse a los procesos vitales de un escarabajo que se ha alimentado del cadáver de la hija del cóndor al morir ésta. Asimismo, este átomo podría ser excretado por el escarabajo después de incorporarlo a una molécula de ácido úrico, y de ahí, volver a la atmósfera en forma de nitrógeno elemental por acción de una bacteria del suelo. El átomo de nitrógeno puede ingresar de nuevo en los elementos vivos del ecosistema a través de las operaciones de una bacteria fijadora de nitrógeno que reside en una raíz de una planta de alfalfa. Una vez incorporado a la proteína de la planta, podría pasar a una vaca que haya comido esa alfalfa, y entrar a formar parte de la proteína muscular de la vaca, con lo que, en cierto sentido, habría regresado al punto de partida.

Los organismos propios del nivel trófico de los descomponedores influyen desde diminutas bacterias hasta hienas y buitres. Estas criaturas suelen ser especialistas de la función que realizan, y, a veces, soportan una competencia muy intensa por el alimento.[113] La acción de los descomponedores es también importantísima para la eliminación de los residuos producidos por la humanidad. Ciertas bacterias son parte fundamental del

[113] Por ejemplo, los requerimientos y las relaciones existentes entre las moscas de la carne que se alimentan de los cadáveres de oveja en Australia son espectacularmente complejas. Algunas especies prefieren alimentarse sólo sobre ovejas recién muertas, mientras que otras son especialistas en cuerpos en avanzado estado de descomposición. Una de estas últimas, *Chrysomia rufifacies* puede impedir que las especies que llegan primero logren completar y compitiendo para ello, por el alimento, su crecimiento y arrojando a las otras especies fuera de los despojos o matándolas directamente. La acción, en lo que puede ser calificado como el ecosistema «oveja muerta», ha sido descrita detalladamente por un grupo de biólogos australianos cuya dedicación a la ciencia supera los mensajes de sus órganos olfativos. Para un resumen de su trabajo acerca de las moscas de la carne puede verse el clásico texto de H. G. Andrewartha y L. C. Birch. *The Distribution and Abundance of Animals,* University of Chicago Press, Chicago. 1954, págs. 449 y ss.

proceso de depuración de las aguas residuales. Desgraciadamente, los nutrientes liberados en su acción suelen ir a parar a los ríos o al mar, en lugar de volver al suelo. Los microbios peligrosos que puedan hallarse en las aguas residuales o en otros desechos también son destruidos por los descomponedores, bien en el tratamiento de las aguas residuales, o bien en los sistemas naturales. Así pues, los ríos pueden autopurificarse, de modo que el agua resulta apta de nuevo para el consumo humano, siempre, por supuesto, que no se inunde el ecosistema acuático con venenos, que no se sobrefertilice con torrentes de nutrientes y que no se caliente con emisiones de centrales energéticas.

Muchos residuos industriales que van a parar al medio ambiente también pueden ser degradados y descompuestos por los ecosistemas. Entre ellos figuran jabones, detergentes, pesticidas, derrames de petróleo, fenoles, ácidos, álcalis, papel, plásticos, neumáticos viejos, etc. La mayoría se desintegran más o menos rápidamente en condiciones físicas adecuadas y en presencia de un descomponedor apropiado, pero algunos, como el DDT y ciertos plásticos son prácticamente indestructibles y son estos verdaderos «residuos» los que produce precisamente el *Homo sapiens.*

El mantenimiento en buen estado de salud de las funciones recicladoras de nutrientes y de los ecosistemas de la Tierra es de vital importancia, ya que sin la acción de la infinidad de organismos responsables de la desintegración de los residuos y del reciclado del carbono, nitrógeno, fósforo, azufre y demás elementos esenciales, toda la vida de la Tierra se extinguiría rápidamente.

Control de plagas y enfermedades

Los ecosistemas naturales controlan la inmensa mayoría de las plagas potenciales de los cultivos así como los transmisores de las enfermedades humanas. El ser humano ha tratado con frecuencia de ejercer también dicho control, pero a menudo los

resultados no han sido satisfactorios. Cuando fallan los intentos de controlar las plagas, en general se debe a que los controladores no han comprendido el funcionamiento del ecosistema.

En 1949, por ejemplo, los cultivadores de algodón del valle de Cañete, en Perú, creyeron que el DDT era la solución a sus problemas. Al principio, un poco de DDT aplicado a sus campos consiguió controlar diversas plagas importantes del algodón. Y, como es lógico, los agricultores dedujeron que si con una pequeña cantidad se obtenían buenos resultados, una cantidad mayor proporcionaría mejores resultados. Por lo tanto, se fumigaron más y más campos con DDT y sus derivados, hasta que a mediados de los años cincuenta sobrevino el desastre. Las producciones cayeron muy por debajo del nivel que se obtenía antes de fumigar los cultivos. No sólo las viejas plagas se volvieron resistentes a los venenos que se empleaban en su contra, sino que toda una nueva lista de insectos que nunca habían actuado como plagas, obtenían ahora la condición de tal.[114]

Este «ascenso» a la categoría de plaga ya era conocido por los biólogos, pero la mayoría de los industriales dedicados a la fabricación de pesticidas y los burócratas de los departamentos de agricultura todavía no se daban por enterados. Los herbívoros, como ya se ha explicado anteriormente, casi siempre son más difíciles de envenenar que los carnívoros. Durante el proceso de aplicación de veneno a los campos, los peruanos diezmaron las poblaciones de muchos depredadores y «libraron» a las posibles presas de las fuerzas que hasta entonces habían controlado sus efectivos. El resultado fue la explosión instantánea de la población de nuevos tipos de plagas, incluidos los escarabajos enrolladores de hojas, y los noctuidos *Argyrothaemia spheloropa* y *Heliothis virescens.*

La experiencia del valle de Cañete se ha repetido en otros muchos lugares del mundo. Los ácaros tetraníquidos, hoy día una de las plagas agrícolas más importantes, son esencialmente

[114] *Ecoscience*, óp. cit.

una creación de la industria del DDT ya que se convirtieron en plaga tras el empleo masivo de dicho pesticida (que apenas afecta a los ácaros), que redujo casi en su totalidad las poblaciones de los insectos depredadores que normalmente controlan los ácaros.

Estas experiencias ponen de manifiesto el servicio fundamental del ecosistema: el control de las poblaciones de especies que, de alterarse el ecosistema, son capaces de convertirse en importantes enemigos del *Homo sapiens.* Al parecer, más del 95% de los organismos capaces de competir seriamente con el ser humano por el alimento, o que pueden perjudicarle mediante transmisión de enfermedades, están ahora controlados de forma gratuita por determinadas especies que habitan en los ecosistemas naturales.

Polinización

Otro de los servicios prestados por los ecosistemas es la polinización, un mecanismo necesario para la eficaz producción de una gran mayoría de plantas con flor. Sólo en Estados Unidos, unos 90 cultivos dependen de la polinización a través de insectos, mientras que otros 9 se benefician de dicha polinización mediante insectos.[115]

Un número sorprendente de organismos, en su mayoría insectos, se encargan de prestar este servicio. En un estudio realizado en Utah, se observó que las flores de la zanahoria recibían la visita de 334 especies de insectos, pertenecientes a 37 familias distintas. Los polinizadores más eficientes son las abejas colmeneras, las avispas, las moscas cernícalo, las abejas solitarias y las moscas acorazadas. En cambio, muchas clases de higos de fácil comercialización dependen por completo, para su polinización, de unas diminutas avispas que, a su vez, son absolutamente tributarias de las flores del higo como lugar de

[115] Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, *Agricultural Statistics*, U.S. Government Printing Office, 1977.

cría. En realidad, parece ser que cada una de las más de 900 especies de higos tiene su propia especie de avispa polinizadora a la vez que dependiente.[116]

Las abejas colmeneras, que básicamente son especies domesticadas, polinizan diversos cultivos. Por el contrario, otros muchos cultivos necesitan, para su polinización, los servicios de insectos silvestres; por ejemplo, en las regiones húmedas más frías la alfalfa es polinizada con mayor eficacia por abejas silvestres. La agricultura de muchas partes del mundo pagaría un alto precio si no se pudiera contar con la colaboración de abejorros, abejas solitarias, y un gran surtido de moscas, entre otros insectos, que viven en libertad en los ecosistemas naturales adyacentes. También se extinguirían muchas miles de especies vegetales silvestres.

Suministro directo de alimentos

Además de su función como sostén de la agricultura, los ecosistemas también proporcionan directamente alimentos a la humanidad. El alimento procedente del mundo oceánico y de los sistemas de agua dulce es el ejemplo más evidente e importante de todos. En la inmensa mayoría de las pesquerías, únicamente se practica la captura, es decir, no existe ni pastoreo ni el cultivo. Los ecosistemas terrestres producen asimismo alimento «gratis» en forma de animales de caza y plantas silvestres como nueces, bayas y jarabe de arce. La caza, como los peces, proporciona un suplemento de proteínas crucial para la dieta de muchos países desarrollados.

[116] William Ramírez B., «Host specificity of fly wasps (Agaonidae)». *Evolution* 24:680-691, 1970.

Mantenimiento de la biblioteca genética

El *Homo sapiens* obtiene muchos beneficios directos de miles de especies, componentes todas ellas de los ecosistemas naturales. El mundo vivo cuenta con una enorme «biblioteca» orgánica de la que la humanidad ya ha retirado una amplia colección de sustancias útiles, que abarcan desde productos alimentarios hasta drogas y aceites lubricantes. Es indudable que los sistemas naturales siguen guardando muchos miles de organismos y productos útiles aún por descubrir. El mantenimiento de esta biblioteca es uno de los servicios más valiosos —y más irreemplazables— prestados por los ecosistemas a la humanidad.

EXTINCIONES Y SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS

La respuesta es que si la tasa de extinción sigue creciendo, peligrarán *todos* los servicios esenciales que los ecosistemas prestan a la humanidad, si bien el grado de deterioro variará, sin duda alguna, según el lugar en el que actúe.

En algunos casos, puede producirse la sustitución parcial mediante la tecnología de un determinado servicio proporcionado por un ecosistema. Por ejemplo, un bosque plantado que contenga muy pocas especies puede igualar, o incluso mejorar, las propiedades de retención edáfica y distribución hídrica de un bosque natural. Sin embargo, la estabilidad a largo plazo de un bosque plantado puede ser mucho menor que la del natural. En general, la conversión de un ecosistema forestal natural en uno prefabricado puede realizarse con mucho más éxito en las regiones templadas con suelos profundos, ricos, henchidos de nutrientes, que en las regiones de selva tropical, donde a menudo los suelos son muy pobres y los nutrientes se hallan concentrados, en gran medida, en las propias plantas.

Si se elimina el bosque, total o parcialmente, será necesario controlar las riadas y construir embalses. Por otro lado, esto

compensa en parte la pérdida del servicio del ecosistema, e incluso permite disponer de grandes abastecimientos de agua para ciudades situadas lejos de una fuente de agua, pero no controla la erosión del suelo ni regula el clima local. Y, además, la eliminación del bosque tiene efectos destructores sobre los ecosistemas fluviales y ribereños.

Por otro lado, la sustitución de ciertos servicios de los ecosistemas es imposible; evidentemente, el deterioro de la diversidad biológica compromete, de modo continuo y automático, la calidad de la biblioteca genética. La pérdida de cualquier especie es una pérdida irreparable de un recurso potencial.

Es difícil predecir cuáles serán los efectos de la pérdida de poblaciones y especies para los sistemas edáficos y las funciones de reciclado de nutrientes y de eliminación de residuos. Probablemente varíen mucho, en función de las poblaciones y especies que se hayan perdido. Por ejemplo, si se perjudica a los organismos fijadores de nitrógeno, los resultados podrían ser muy graves para la agricultura. Por supuesto, la humanidad puede suplirlos con fertilizantes nitrogenados artificiales, pero existen problemas ambientales asociados a su empleo masivo. Incluso en Estados Unidos, que es uno de los principales usuarios de fertilizantes, los sistemas naturales proporcionan muchísimo más nitrógeno que los fertilizantes.[117]

En la lucha contra las plagas y los transmisores de enfermedades, la pérdida de los servicios de los ecosistemas probablemente tenga resultados catastróficos, ya que el control eficaz de una plaga constituye un grave problema difícil de resolver, incluso con la ayuda de dichas funciones. Por desgracia, los efectos secundarios del actual control químico de las plagas incluyen, por lo general, el deterioro del propio servicio de control de plagas y, en consecuencia, un empeoramiento del problema que se pretendía eliminar. La sustitución del control natural de las plagas y los transmisores de enfermedades es, en el

[117] C. C. Delwiche. «The nitrogen eyele», *Scientific American* 223(3): 137-158, 1970.

mejor de los casos, sumamente compleja, y a menudo imposible.

Así pues, en la mayoría de los casos, los sustitutos tecnológicos de los servicios de los ecosistemas sólo obtienen un éxito parcial. Casi siempre la propia naturaleza produce mejores resultados. Cuando la sociedad sacrifica los servicios naturales para obtener alguna ventaja más (ampliar la agricultura, por ejemplo, o extraer madera, o bien obtener recursos minerales) se deben pagar los costos de la sustitución. Además, el comportamiento actual de la humanidad afecta cada vez más a muchos servicios al mismo tiempo, con lo que los problemas logísticos de reemplazarlos se vuelven, aun cuando son posibles, mucho más difíciles.

Predicción del comportamiento de los ecosistemas

Uno de los grandes problemas de los ecólogos es su incapacidad para predecir, la mayoría de las veces, las consecuencias que tiene, la extinción de cualquier especie o población dada en un ecosistema. Las dificultades son inmensas, ya que cada ecosistema, se definan como se definan sus límites, es único. Además, la posesión de un conocimiento limitado indica que las consecuencias de exterminar cualquier grupo concreto de organismos también serán, probablemente únicas. Algunas especies, por ejemplo, parecen funcionar de un modo que se conoce como especies «clave». Si desaparece del sistema una especie clave, su pérdida suele ir seguida de un alud de nuevas extinciones.[118]

La desaparición de una estrella de mar depredadora de una comunidad intermareal (los organismos que viven en el litoral entre las líneas de mareas alta y baja), provocó una disminu-

[118] Para una discusión teórica acerca de las especies clave, así como acerca de otros tópicos de la biología de poblaciones puede consultarse la excelente obra de Jonathan Roughgarden *Theory of Population Genetics and Evolutionary Ecology: An Introduction.* MacMilIan. Nueva York. 1979.

ción en menos de dos años de quince especies a ocho. Los mejillones (la presa favorita de la estrella de mar) aumentaron sus efectivos en ausencia de ésta y sobreexplotaron otras especies, provocando su extinción local.[119] Existen razones para creer que las especies clave son un fenómeno común; sin embargo, se han identificado muy pocas debido a las dificultades de realizar experimentos adecuados, así como la perturbación que esto podría provocar en los ecosistemas objeto de estudio.

Por otra parte, muchas especies, algunas con un parecido superficial con las especies claves de su mismo nivel trófico, pueden no poseer esa función, por lo que su pérdida tendría escasas consecuencias para las características generales del ecosistema y los servicios que éste presta, ya que sus diversas funciones pueden ser realizadas por otros organismos. Un insecto que sólo se alimenta de una determinada especie de planta, por ejemplo, puede compartir su recurso alimenticio con otras cinco especies de insecto, conejos y ciervos. Por su parte, los sapos, lagartos y pájaros que se alimentan de ese insecto, contarían con otras varias especies de insecto para alimentarse, caso de que éste desapareciera, lo cual puede ser un factor importante para la estabilidad y la flexibilidad de las propiedades funcionales de muchos ecosistemas naturales.[120] No obstante, el sistema se desestabilizaría si esos competidores del insecto fueran diezmados, o lo fueran sus depredadores.

No resulta del todo cierto que se puedan reemplazar fácilmente los servicios de los ecosistemas naturales por los equivalentes de los sistemas gestionados, ya que los ecólogos no pueden precisar al detalle su vulnerabilidad. En primer lugar, existe un problema manifiesto de escala ya que el esfuerzo que el *Homo sapiens* puede invertir en tal gestión es limitado. Los reemplazos posibles de las funciones de un ecosistema natural

---

[119] R. T Paine. «Food web complexity and species diversity». *American Naturalist*, 100:65-75, 1966.

[120] S J McNaughton, «Diversity and stability of ecological communities A comment on the role of empiricism in ecology», *American Naturalist* 111:515-525. 1977

requieren enormes cantidades de capital, energía, materiales y mano de obra. El ecólogo F. H. Bormann, de la Universidad de Yale, resumía el problema al referirse a la pérdida de los servicios de los ecosistemas forestales:

> Estas funciones naturales están impulsadas por la energía solar y, a medida que se pierden, si ha de mantenerse la calidad de vida, deben ser reemplazadas por inversiones continuas y extensivas de combustible fósiles y otros recursos. Es necesario encontrar sustitutos para los productos de la madera, construir obras para controlar la erosión, ampliar embalses, mejorar la tecnología de control de la contaminación atmosférica, instalar obras para controlar las avenidas, mejorar las estaciones depuradoras de aguas, incrementar el aire acondicionado y proporcionar nuevas instalaciones recreativas. Estos sustitutos representan un enorme gravamen impositivo, una sangría de la provisión mundial de recursos naturales y una presión creciente sobre los sistemas naturales. Evidentemente, el menoscabo de los sistemas naturales impulsados por la energía solar y la expansión de los sistemas humanos accionados por combustible fósil han caído, en el presente, en un ciclo de realimentación positiva. Consumir cada vez más energía fósil significa una presión creciente sobre los sistemas naturales, lo que a su vez entraña un mayor consumo de energía fósil para reemplazar la pérdida de las funciones naturales, si ha de mantenerse la calidad de vida.[121]

Aun cuando en principio sea posible sustituir los servicios de los ecosistemas, existe otra serie de circunstancias de orden político, económico y social que a menudo interfieren con una gestión ambiental adecuada. Una muestra de ello son, por ejemplo, los intentos de manipular los cursos de agua dulce en el sudoeste de Estados Unidos (con el resultado de varios desastres ecológicos) y de mantener las praderas (que se están erosionando rápidamente). Además, muchos, si no la mayoría, de los componentes de los sistemas naturales son insustituibles; en otras palabras, *puede ser simplemente imposible sintetizar* y

[121] F. H Bormann, op, cit. pág. 759.

gestionar con éxito los ecosistemas, sin tener acceso a las partes originales.

Una dramática demostración de este punto puede apreciarse en los resultados de la introducción de ganado vacuno en las áreas más secas de África. Estos animales no han coevolucionado con la vegetación local. Los animales de pezuña locales, como la gacela de Thomson y el ñu, pacen de tal manera que, en realidad, *incrementan* la productividad de los pastizales, mientras que la vaca tiende a sobrepastar.[122] Además, los animales nativos están bien adaptados a las condiciones áridas, ya que poseen mecanismos para restringir la pérdida de agua y obtener buena parte de la que necesitan de las plantas que consumen y del metabolismo de los azúcares. (Muchos de ellos no beben nunca.) Por el contrario, la vaca necesita ir y venir constantemente a los aguaderos, con el consiguiente apelmazamiento de la superficie del terreno (lo que produce erosión), y el pisoteo de la vegetación que, de otro modo, serviría de alimento, así como también el desperdicio de su propia energía.[123]

El resultado final de la sustitución de un ecosistema natural por uno gestionado de ganado vacuno ha sido la conversión en desierto de grandes extensiones del continente africano, y la amenaza de una degradación similar en otras muchas zonas. Lo asombroso es que el sistema natural —o una versión gestionada del tipo ya descrito— es capaz de producir un rendimiento más elevado de carne y piel que el sistema vacuno. Pero existen fuerzas socioeconómicas poderosas detrás de la economía vacuna. Poco a poco, las poblaciones de animales nativos se ven empujadas a la extinción, y con su ocaso, desaparecen también las oportunidades de establecer un sistema productivo permanente. Los animales de la estepa arbustiva africana no constituyen únicamente un magnífico recurso estético del planeta,

---

[122] S. J. McNaughton, «Serengueti migratory wildebeest: Facilitation of energy flow by grazing». *Science* 191:92-94, 1976

[123] David Hopcraft, «Nature's technology», Mitchell Prize Paper. 1979 (multicopia).

sino que forman parte activa de un ecosistema insustituible, de enorme importancia para los habitantes africanos.

Diversidad genética y servicios de los ecosistemas

Es importante recalcar el papel que la diversidad genética puede desempeñar en el funcionamiento de los ecosistemas y, en consecuencia, en la provisión de los servicios que éstos proporcionan. Por ejemplo, existen razones para creer que la diversidad genética en una población vegetal puede ayudar a proteger las plantas del ataque de los herbívoros.

Algunos de los primeros indicios al respecto se hicieron patentes en el trabajo que realizó nuestro equipo sobre la coevolución de las plantas de altramuz y la minúscula mariposa azul, *Glaucopsyche lygdamus*, que en su fase larvaria, se alimenta de las plantas del altramuz. A lo largo de ese trabajo, se descubrió que este pequeño herbívoro podía tener un impacto enorme en la producción de semillas de la planta por lo que, en consecuencia, cabía esperar que ejerciera una fuerza selectiva muy poderosa sobre las poblaciones de altramuz.[124]

No obstante, se observó que las poblaciones de altramuz no sufrían por igual el asalto de *Glaucopsyche*. Algunas plantas resultaban muy dañadas y perdían la mayor parte de sus semillas, mientras que otras perdían muy pocas. Teniendo en cuenta que las plantas se defienden de los herbívoros, sobre todo mediante sustancias químicas venenosas, el propósito era descubrir si existían diferencias en esas sustancias químicas, en los altramuces de diferentes poblaciones. Los venenos más fácilmente detectables eran los alcaloides ya que los altramuces poseen abundantes alcaloides, y se partió de la suposición de que las plantas menos perjudicadas por *Glaucopsyche* tendrían concentraciones de alcaloides más elevadas.

---

[124] D E Breedlove y P H Ehrlich, «Coevolution: Patterns of legume predation by a Lycaenid butterfly», *Oecologia* 10:99-104, 1972.

Como ocurre con frecuencia en el campo de la ciencia, esta hipótesis resultó del todo errónea. Algunas de las poblaciones con mayor concentración de alcaloides eran las que sufrían en mayor grado el ataque de *Glaucopsyche*. La relación no se encontraba en la *cantidad* de alcaloide por planta, sino en la *variabilidad* del contenido de alcaloides entre plantas de la misma población. Las poblaciones mejor defendidas contenían plantas que diferían muchísimo entre sí en lo que a las clases y cantidades de alcaloides presentes se refiere.

Las orugas maduran en una única planta de altramuz, mientras que las mariposas adultas depositan los huevos en diversas plantas de la misma población. Si todas las plantas tuvieran la misma composición de alcaloides, cada generación de mariposas estaría sujeta exactamente a la misma presión venenosa. Esto llevaría, como ocurre con la aplicación continuada de pesticidas sintéticos, a que las mariposas desarrollasen cierta resistencia al veneno, lo que a su vez entrañaría que las plantas fueran atacadas de forma continua. La única ventaja que poseen las poblaciones variables, es que cada generación de orugas estará sometida a una gama diferente de venenos. Así, los descendientes de una mariposa que fuera resistente a la combinación de alcaloides de la planta de altramuz sobre la que ha madurado, heredarían dicha resistencia. Pero lo más probable es que, en la planta del altramuz sobre la que van a desarrollarse y de la que están condenadas a alimentarse, tengan que enfrentarse con una serie de alcaloides muy diferente. De esta forma, es mucho más difícil que puedan crear resistencia.[125]

Concluido este trabajo, otros investigadores han obtenido resultados similares, que indican, por ejemplo, que la variabilidad bioquímica es importante para la resistencia al ataque de los insectos de las poblaciones de pino ponderosa.[126] También

---

[125] Para más detalles acerca de este estudio y del modo como es mantenida la variabilidad en las poblaciones vegetales véase P M. Dolinger, P. R Ehrlich, W. L. Fitch y D E Breedlove, «Alkaloid and predation patterns in Colorado lupine populations», *Oecologia* 13:191-204, 1973.

[126] G. F. Edmunds, Jr. y D. N. Alstad. «Coevolution in insect herbivores and

se ha encontrado una variabilidad protectora de este tipo en los antepasados silvestres del trigo: descubrimiento que se está explotando actualmente en ciertas innovadoras investigaciones de mejora del trigo cultivado.[127]

Ya que las sustancias defensivas de las plantas son muy variables, a menudo no basta con preservar únicamente una muestra limitada de una especie para aprovechar al máximo el potencial de obtención directa de productos útiles. Además, parece que la variabilidad bioquímica *entre* y *dentro* de las poblaciones de plantas también es fundamental para el funcionamiento del ecosistema. La pérdida de variabilidad podría acarrear graves consecuencias sobre la capacidad de los ecosistemas para mantener sus servicios sustentadores de vida.

En general, la pérdida de variabilidad en cualquier población que se reproduzca sexualmente limitará su capacidad, y la del ecosistema, de evolucionar en respuesta a un cambio del medio ambiente. Tales pérdidas son especialmente críticas en épocas de cambios rápidos, ya que se presiona al máximo la capacidad evolutiva de un ecosistema. El hecho de que los ecosistemas puedan responder al reto y continuar proporcionando servicios esenciales a la sociedad dependerá tanto de su desconocido grado de flexibilidad y capacidad evolutiva como de la desconocida buena voluntad de la humanidad para disminuir sus ataques contra ellos.

En cierto modo, hoy día el *Homo sapiens* considera que el fuerte incremento de sus asaltos en futuras décadas no conducirá a una interrupción inaceptable de los servicios. El precio

---

conifers». *Science* 199:941-945, 1978; K B Sturgeon. «Nonoterpene variation in ponderosa pine xylem resin related to western pine beetle predation», *Evolution* 33:803-814, 1979.

[127] J. Artie Browning, «Relevance of knowledge about natural ecosystems to development of pest management programs for agroecosystems», *«Proceedings of the American Phytopathological Society* 1:191-199, 1975; Graham Harvey, «The Cambridge strategy». *New Scientist,* 16 de febrero de 1978; págs. 428-429.

de esta acción se pagará en hambrunas y en una escasez de recursos generalizadas, que pueden conducir a una guerra mundial termonuclear.

Gracias a determinados conocimientos acerca de cómo funcionan los ecosistemas, de cómo sustentan la civilización y cuáles son las consecuencias de la pérdida de tal sostén, es posible estudiar cómo la humanidad amenaza directamente las poblaciones y especies de determinados organismos. En este contexto, han de tenerse siempre bien presentes dos puntos. El primero es que los asaltos a las especies individuales actúan también sobre los ecosistemas de los que aquéllas forman parte. El segundo es que los asaltos a los ecosistemas (como la deforestación, la conversión de praderas en tierras de labor, el represado de los ríos o la contaminación de los estuarios) amenazan a su vez, inevitablemente, a las poblaciones de organismos que componen dichos ecosistemas. Tanto si se ataca a todo un ecosistema como si se eliminan selectivamente algunos de sus componentes, el resultado es la pérdida de los servicios que en un principio proporcionaba el ecosistema.

TERCERA PARTE

¿CÓMO AMENAZA LA HUMANIDAD A LAS ESPECIES?

6. AMENAZAS DIRECTAS

Qué infame acusación, qué desgracia para la humanidad que el camino a lo que llama su civilización deba construirse sobre el recuerdo de especies extintas y especies en vías de extinción

EL MUY HONORABLE CONDE DE JERSEY
durante la *Conference on Breeding Endangered Species* de 1972

En 1974 y 1975 nuestro grupo pasó dos semanas visitando la Antártida en barco. Atravesamos muchas colonias de pingüinos de Adelia, de rienda y gentúes, algunas con cientos de miles de resplandecientes individuos en «traje de etiqueta» blanco y negro, la mayoría de los cuales formaban parejas que guardaban huevos o polluelos. Siempre se quedaba un miembro de la pareja al cuidado del «nido» (en general, un círculo de piedras), mientras el otro recogía *krill*, unos animales parecidos al camarón, que constituyen un eslabón fundamental de la mayoría de las cadenas alimentarias de la Antártida.

En esas colonias, la cacofonía era increíble, ya que el retorno de los pingüinos discurría entre complejas y ruidosas ceremonias de saludo con su respectiva pareja, tras lo cual regurgitaban, también ruidosamente, el contenido del buche en el pico abierto de los impacientes polluelos. Los pingüinos eran tan mansos que era posible aproximarse a pocos centímetros de ellos para fotografiar el proceso, e incluso lo bastante cerca como para obtener fotos de la lengua, que ayuda al ave a sujetar el *krill*.

Las idas y venidas de los pingüinos tenían un carácter cómico. El lento anadear vertical se interrumpe a menudo con alegres deslices —tumbados sobre el vientre— por las pendientes de nieve. Cuando una pareja se distrae con el ritual del

encuentro, un pingüino vecino puede entrar a hurtadillas y robar piedras para su propio nido. La escena más tragicómica se desarrolla en la línea de costa si es que se encuentra una foca leopardo en los alrededores. Las focas leopardo son depredadores del tercer nivel en la cadena alimentaria: plancton → krill → pingüino → foca. En presencia de este eficiente y ágil carnívoro marino, los pingüinos se resistían a entrar en el agua y esperaban que fuera otro el primero en sumergirse. La situación se prolonga hasta que los individuos apiñados en último lugar empujan al agua a los que están más próximos a la orilla. En el líquido elemento, los pingüinos son magníficos nadadores, ágiles y veloces, así que la mayoría consiguen huir sanos y salvos, pero a menudo la foca alcanza a llevarse un buen bocado, desollando hábilmente al pingüino y tragándoselo con unas cuantas sacudidas de cabeza.

La observación de los pingüinos siempre resulta interesante y, con frecuencia, divertida, pero también puede tener momentos tristes. Los pingüinos adultos han vivido durante milenios sin enemigos terrestres, aunque sus huevos y polluelos sean robados a menudo por el skua, un depredador emparentado con las gaviotas. Esta ausencia de depredadores es el motivo por el que tengan tan poco miedo al ser humano, resultado de lo cual, de vez en cuando han sido terriblemente engañados. En algunas localidades se les solía masacrar para extraerles la grasa, y en algunas estaciones de la Antártida en las que se utilizan perros para tirar de los trineos era posible ser espectador de cómo unos perros encadenados atacaban y mataban los pingüinos que se ponían a su alcance. Existen asimismo espeluznantes historias sobre el comportamiento de los visitantes humanos. Unos militares norteamericanos dinamitaron parte de una colonia porque así «podían ver volar a los pingüinos», y los turistas argentinos han jugado a fútbol usando estas aves como balón.

Actualmente, los pingüinos son un recurso estético clave para la naciente industria turística de la Antártida, y a pesar de su peculiar comportamiento, por ahora no están directamente amenazados por ello. No obstante, pueden correr peligro si se

llevan a cabo los actuales planes de explotación del *krill,* del que dependen los pingüinos para su sustento.

Además de la fascinación que ejercían sobre nosotros los pingüinos, las focas, las diversas aves marinas y el increíble paisaje de la Antártida, habitaba allí una especie de ballena que nos brindó una de las mayores emociones de nuestra vida. El barco navegaba lentamente rumbo al Norte, por el canal de Lemaire, entre algunas islas y la península Antártida. El cielo estaba cubierto, el mar estaba calmado y su color era negro como la tinta. De la costa pendían glaciares que enviaban destellos de un tono azul pálido, que era el único color vivo visible fuera del barco. Nosotros nos hallábamos en la mismísima punta de la proa, contemplando cómo el barco avanzaba entre capas de hielo flotante de varios pies de espesor.

De repente, el capitán se dirigió al sistema de megafonía desde el puente y gritó: «¡Orcas a la vista!» Entonces pudimos observar a un grupo de cinco o seis de esas magníficas bestias blanquinegras, de cuatro a seis metros de largo, que daban vueltas alrededor de un pequeño bloque de hielo en el que se había instalado una foca de Weddell. En el momento que pasó el barco por delante de ellas, las ballenas lanzaban repetidos ataques concertados contra el bloque de hielo, levantando grandes olas, en un intento de arrastrar la foca al mar. Al final la foca cayó, y la agitación del agua y la creciente distancia ocultaron los detalles de su muerte. Todo el mundo en el barco, biólogos y no biólogos, se quedó en un estado que cabría describir como de incredulidad excitada. Parecía inverosímil haber presenciado uno de los dramas de la naturaleza más terribles e importantes, escenificado a unos cincuenta metros de nosotros en un teatro solitario y extraño.[128]

---

[128] Uno de los dibujos del ataque se reproduce en P R Ehrlich, A. H. Ehrlich y J. P. Holdren, *Ecoscience: Population, Resources and Environment.* W. H. Freeman, San Francisco, 1977, pág. 168.

Las ballenas también impresionaron al naturalista Robert Cushman Murphy cuando navegó por la Antártida en 1912. Según su relato, las veía «en todas las direcciones», a pesar de que ya por entonces la industria ballenera había progresado hasta el punto de que la costa próxima a la estación de las islas Georgias del Sur estaba «recubierta de huesos de ballena en un tramo de varias millas».[129] Sesenta años después, navegando por las mismas aguas, *no* fue posible ver más ballenas que las orcas, especie que no se explota comercialmente.

SOBREEXPLOTACIÓN

La historia de la caza de ballenas es un modelo clásico de especie valiosa comercialmente, amenazada de manera directa por la sobreexplotación, es decir, por la captura de tantos individuos que la población es incapaz de automantenerse. El tema es muy apropiado para abrir este capítulo, que trata de las especies y poblaciones que corren peligro debido al interés directo que poseen para el *Homo sapiens*, ya sea como recurso valioso o como plaga.

En tiempos de los barcos de madera y de los hombres de hierro, la tecnología no permitía que el ser humano constituyera una amenaza seria para las ballenas. Un viaje excepcional de tres años, a mediados del siglo pasado, no llegó a matar cien ejemplares en total. Pero en los años treinta del siglo XX, las rápidas balleneras para capturarlas y los gigantescos buques factoría para procesarlas han incrementado enormemente la presión sobre las poblaciones de estos animales. En 1933 se sacrificaron casi 30.000 ejemplares, que rindieron 2,5 millones de barriles de aceite. En 1967 se mató el doble de ballenas, sin embargo, la producción de aceite fue sólo de 1,5 millones de barriles. La razón de este descenso fue que las especies más grandes, como la ballena azul y el rorcual común, habían sido

[129] Los datos de Murphy proceden de *Logbook for Grace*, Time-Life Books, Nueva York, 1965, pág. 168.

perseguidas hasta el borde de la extinción. Así pues, la industria se orientó hacia ballenas cada vez más pequeñas, como rorcuales del norte y cachalotes (de unos dieciocho metros de largo), e incluso hacia el rorcual rostrado (con una longitud máxima de unos 9 metros).

La historia de la industria ballenera no es sólo la de la insensibilidad hacia esos extraordinarios animales, sino un ejemplo espléndido de la falta de previsión con que los economistas acostumbran a tratar los recursos.

Durante mucho tiempo, no resultaba en absoluto comprensible el comportamiento de la industria ballenera, que parecía autodestructiva y que hacía caso omiso a las advertencias de los biólogos, contratados por la *International Whaling Commission,* en el sentido de paliar la presión sobre las ballenas y permitir la recuperación de las poblaciones. En vez de eso, la tecnología de la era espacial —helicópteros para buscarlas, sonares para seguirlas, radiobalizas sobre ballenas muertas, infladas con aire comprimido— han incrementado el ritmo de exterminio.

A la industria ballenera no le interesan las ballenas en sí, sino mantener el flujo de ingresos. En términos económicos, se podría maximizar el valor del recurso ballenero, desde el punto de vista de los intereses de una compañía ballenera individual o de una nación, llevándolo a la extinción económica. Es decir, la mejor estrategia *económica* sería continuar la caza de las especies de ballenas en declive hasta que las capturas dejen de ser rentables. En ese momento, los depreciados barcos factoría y de caza podrían ser destinados a otros fines o vendidos para desguace, por lo que el capital de dicha industria se invertiría en la explotación de algún otro recurso.

Dos factores son la causa de los terribles tratos que se infringen a las ballenas. Una es la miopía temporal del comportamiento humano, ya que el futuro nos preocupa menos cuanto

más remoto es. En economía, esta actitud se recoge bajo el epígrafe de «descontar el futuro».[130] Como el futuro se descuenta, el valor de la ballena azul dentro de un siglo es nulo para la industria ballenera actual.

El segundo factor que actúa contra las ballenas es que son un recurso de «propiedad común», deseado por todos y propiedad de nadie, que queda sometido a pillaje. Garret Hardin describió el problema con su habitual destreza y claridad, en un artículo ya clásico: *«The Tragedy of the Commons»*.[131] Señalaba el autor que, en los pastos comunales, abiertos a todos,

---

[130] El hombre económico ve el futuro a través de cristales de color de dólar. Supongamos, por ejemplo, que uno fuera capaz de manifestar categóricamente que cada pez babosa podría valer un millar de dólares dentro de un siglo. ¿Significaría esto que se podría producir una avalancha de empresarios dispuestos a protegerlo o incluso a domesticarlo y criarlo? La respuesta es, por desgracia, negativa. Los empresarios y los economistas se plantean la cuestión «¿Cuál es el valor actual de un millar de dólares de dentro de un siglo?», cuestión que puede ser también formulada del siguiente modo, «¿Cuánto dinero debería invertir hoy para tener mil dólares dentro de un siglo?» Con un porcentaje de interés anual del 10%, la respuesta es del orden de siete centavos. El 10% es un tipo de interés estándar utilizado normalmente para los cálculos del valor actual. La fórmula para calcular el valor actual es $FV/(1+i)^t$ donde FV es el valor futuro, i el tipo de interés y t el tiempo expresado en años (en tales cálculos el tiempo es, de ordinario, contado anualmente, como ocurre aquí). De modo que el *valor actual* del pez babosa sería negligible y su valor futuro es «desestimable».

Puesto que la sociedad actual está dominada por la economía, el valor que ésta tiende a colocar en los recursos, incluyendo las especies biológicas, tiende a confundirse con el valor económico actual. Como puede verse, si la tasa de descuento permanece invariable, el valor económico de un recurso decrece a medida que se aleja, el momento de su utilización futura.

Es el concepto económico del valor actual lo que hace «razonable» el intento de llevar las grandes ballenas a la extinción. (Véase Colin W. Clark. «The economics of overexploitation», Science 181:630-634, 1973.) La sobreexplotación hasta el extremo de la extinción puede ser justificada económicamente desde el punto de vista de una empresa o país explotador, especialmente en el caso de un recurso de «propiedad pública», como es el de las ballenas que no tienen un dueño o dueños concreto.

[131] Science 162:1243-1248, 1968. Para una perspectiva más técnica y optimista véase S. Ciriacy-Wantrup y R. Bishop. «Common property as a concept in natural resource policy». *Natural Resources Journal* 15:713-727, 1975.

cada pastor tiende a incrementar continuamente su rebaño. Esta estrategia sólo es sensata desde el punto de vista individual, ya que aunque la hierba tenga un límite, la persona con el rebaño más grande se llevará la mayor cantidad. Cada usuario del común razona de la misma manera: «si mis animales no aprovechan la hierba, lo harán los de algún otro». Todos los usuarios se esfuerzan por aumentar sus rebaños, por lo que al final se sobrepasa la capacidad de mantenimiento del pasto, se agota la hierba y el ganado pasa hambre. Cada cual ha perseguido racionalmente su propio interés, y el comportamiento de toda la comunidad ha desembocado en la tragedia del recurso comunal.

El mar ha sido tratado como un bien de común a lo largo de la historia, concretamente como un bien de común internacional en el que las operaciones de caza de ballenas y pesca en general, de todas las naciones, competían libremente; y en aguas territoriales, un bien de común nacional en el que operaban diversos pescadores o corporaciones. En los años setenta, muchas naciones, entre ellas Estados Unidos, ampliaron su jurisdicción nacional sobre el océano a doscientas millas de la costa. De este modo, al asumir los países individuales la responsabilidad de los recursos biológicos marinos próximos a sus costas, podía haberse evitado la tragedia del bien de común. Sin embargo, en todas partes persisten las presiones que estimulan la sobreexplotación. El pescador sabe que el pez o la ballena no capturados no llegarán necesariamente a reproducirse sino que, por el contrario, los cogerá otro pescador. En consecuencia, cada pescador (o barco o nación) trata de maximizar sus capturas.

La industria pesquera se ha desarrollado, desde el punto de vista tecnológico, a la par que la ballenera. Los barcos factoría, el sonar, los nuevos tipos de red y otras mejoras tecnológicas han aumentado en gran medida la capacidad de captura de los pescadores comerciales. En los años sesenta, un solo buque factoría rumano moderno capturó, en un día, más toneladas de pescado en agua neozelandesas que toda la flota pesquera de

Nueva Zelanda, compuesta por 1.500 barcos. La industria se enorgullece de su habilidad creciente para saquear las proteínas existentes en el mar. La *Simrad Echo,* revista publicada por un fabricante noruego de equipos de sonar para pescadores, se jactaba, en 1966, de que 300 barcos noruegos e islandeses equipados con sonar habían llevado la pesca industrializada a las islas Shetland. Estos barcos obtenían enormes redadas de arenque empleando artes de cerco, con las que capturaban peces más pequeños que con las traíñas que usaban los pescadores británicos.

Un editorial del *Simrad Echo* se preguntaba: «¿Practicará la industria pesquera británica... la pesca con artes de cerco como medio para invertir el declive de las capturas de arenque?» La actitud de la industria se refleja en otra cita de la revista: «¿Qué harán las Shetland en un futuro inmediato? ¿Recogerán y *acumularán la bonanza mientras las cosas funcionen* o continuarán con las traíñas si resulta que las artes de cerco tienen un efecto adverso sobre las poblaciones de arenque y eso ocasiona una disminución de las capturas?

La respuesta no tardó en llegar. En enero de 1969, un periódico británico declaraba que se había hundido la última industria costera del arenque inglesa. Los arenques jóvenes, que atravesaban la amplia malla de las traíñas británicas, quedaban retenidos en las artes de cerco, con lo que se destruía la población reproductora potencial del arenque. Entre 1966 y 1970, las capturas de arenque descendieron de 1,7 millones de toneladas a sólo 20.000, una reducción a casi la centésima parte.[132]

Las pesquerías destruidas no son únicamente las de las grandes ballenas y las del arenque. Una de las más conocidas era la pesquería de sardinas de California, agotada por exceso de pesca. En la temporada 1936-37, se extrajeron de las aguas californianas tres cuartos de millón de toneladas de este pescado. En la temporada de 1957-58, sólo veintiún años después,

---

[132] La mayoría de los materiales acerca del arenque proceden de *Ecoscience*. op cit., pág. 363-364.

la captura fue de diecisiete toneladas. De este modo, la pesquería ya no se recuperó y su mausoleo es Cannery Row, en Monterey, convertido hace ya tiempo en un lugar turístico.

Cuando un organismo marino sometido a explotación llega a la extinción económica, es decir, llega a un punto en el que su recolección ya no resulta rentable, en realidad la especie no se ha extinguido todavía, sino que, probablemente sobrevivan algunas poblaciones. De hecho, uno de los problemas a la hora de diseñar estrategias de captura para que la producción sea sostenible es la insuficiente información que existe sobre el número de poblaciones en explotación. Por ejemplo, la pesquería de la anchoveta peruana produjo, en 1970, trece millones de toneladas, casi la cuarta parte de la recolección de peces marinos de todo el mundo. En 1971, la combinación de unas condiciones meteorológicas desfavorables y la sobrepesca fue la causa de que las capturas disminuyeran a casi un tercio de ese valor. Desde entonces, y a pesar de las restricciones crecientes a la captura, la recuperación sólo ha sido parcial. El problema clave a la hora de decidir una estrategia racional para la captura de la anchoveta es que no está claro si los peruanos explotan una, dos o más poblaciones independientes.

Existen también factores económicos que contribuyen a fomentar la extinción de las reservas piscícolas, ya bastante mermadas. Cuando una determinada especie de pez empieza a escasear, su precio se dispara. Cuanto más elevado es, mayores son los incentivos para que los pescadores comerciales lo capturen. Así pues, la presión sobre esas reservas continuará, lo cual puede conducir, y en algunos casos ha conducido, a la extinción económica.[133]

Junto a las futuras pautas de explotación o protección, otros muchos factores determinarán si las diversas especies marinas sobreexplotadas podrán reaparecer o continuarán poco a poco por el camino de la extinción. Las poblaciones más pequeñas, claro está, son estadísticamente más vulnerables a la extinción.

---

[133] FAO. *State of Food and Agriculture.* 1978 FAO, Roma. 1979, págs. 1-28.

En algunos casos, la sola disminución del tamaño de la población puede producir un cambio en las relaciones de la especie recolectada con un competidor importante, lo cual puede llevar a la extinción eventual de la población.[134] Un cambio de esta índole es la causa que los biólogos creen que puede explicar la fallida recuperación de la sardina de California, una vez se vino abajo la pesquería. El aumento de su principal competidor, el boquerón, puede haber combinado de modo sustancial el medio ambiente de la sardina.[135]

El reto ambiental más importante para las especies marinas sobreexplotadas será el deterioro del medio ambiente marino en general. Interesa señalar que la riqueza biológica del mar tiende a concentrarse en aguas poco profundas, cercanas a tierra. Ahí es donde se localizan las poderosas corrientes de afloramiento, que llevan nutrientes a la superficie, donde sirven de alimento al fitoplancton, esas diminutas plantas flotantes que son la base de las cadenas alimentarias oceánicas.

En cambio, como dice J. H. Ryther: «El mar abierto —el 90% del océano y casi las tres cuartas partes de la superficie de la Tierra— es, en esencia, un desierto biológico. Produce una fracción despreciable de las actuales capturas mundiales de pescado, y su rendimiento no será mejor en el futuro.»[136]

Como consecuencia de esta distribución de la productividad, las poblaciones marinas explotadas se localizan precisamente en las áreas más proclives a la contaminación. La mayoría de los contaminantes son arrojados al mar cerca de la costa, y por eso su concentración es allí más elevada. Además, muchos de los peces y camarones que se pescan en los mares, pasan la mayor parte de su vida en estuarios —lugares donde desembocan los ríos y torrentes, y donde se mezclan las aguas

---

[134] Colin W. Clark. Mathematical Bioeconomics: The Optional Management of Renewable Resources. Wiley, Nueva York, 1976.

[135] G. I. Murphy, «Population biology of the Pacific sardine *(Sardinops caerulea). Proceedings of the California Academy of Sciences* 34:1-84, 1966.

[136] J. H. Ryther, «Photosynthesis and fish production in the sea», *Science* 166:72-76, 1969.

dulces con las saladas. Es relevante el hecho de que casi dos tercios de la productividad de las ricas pesquerías frente a la costa este de Estados Unidos dependa de estos amenazados hábitats.[137] Los estuarios se encuentran entre los hábitats más amenazados de la Tierra debido a contaminación, colmatación, «mejora» y «desarrollo». Así pues, muchas especies marinas amenazadas directamente por la sobreexplotación pueden dar los últimos pasos hacia la extinción, porque sus escasas y menguadas poblaciones son muy vulnerables a los asaltos indirectos de la degradación y la destrucción de hábitats.

AMENAZAS DIRECTAS DE LAS SOCIEDADES PREINDUSTRIALES

Es de esperar que una especie con gran éxito evolutivo tenga impactos negativos sobre otras especies. El propio Darwin apuntaba que «...como la selección natural actúa solamente para preservar las modificaciones provechosas, cada nueva forma tenderá, en un territorio bien abastecido, a desplazar y, en último término a exterminar a sus propios parientes menos aptos o a otras formas menos favorecidas con las que compite. Esta extinción y selección natural... irán de la mano.»[138]

Sin embargo, en seguida surgieron indicios de que el *Homo sapiens* llevaría este proceso natural hasta el límite. Por ejemplo, al final del Pleistoceno, hace unos 12.000 años, dos tercios más o menos de las especies de grandes mamíferos de Norteamérica se extinguieron en poco tiempo. Entre ellos se encontraban varias especies de mamuts, parecidos a elefantes, un pariente alto, del dromedario, perezosos gigantes y tigres de dientes de sable. Extinciones similares se produjeron por todo el planeta, más o menos al mismo tiempo. Como escribía Alfred

---

[137] J. L. McHugh, «Management of estuarine fisheries», en *A Symposium on Estuarine Fisheries*, American Fisheries Society, Washington D.C., 1966.

[138] El origen de las especies, pág. 72.

Russel Wallace, coautor con Darwin de la teoría de la evolución, en 1875: «Es evidente... que ahora atravesamos un período muy excepcional de la historia de la Tierra. Vivimos en un mundo zoológicamente pobre, del que no hace tanto tiempo han desaparecido las formas más raras, más feroces, más descomunales... No obstante, lo más maravilloso del caso, y sobre lo que apenas se ha insistido, es que esa desaparición no se produjo sólo en un lugar, sino en media superficie del globo.»[139]

Las fechas de esas extinciones coinciden aproximadamente con la llegada del primer *Homo sapiens* al hemisferio occidental. Este hecho unido a las pautas de extinción menos definidas, asociadas con la expansión de los pueblos prehistóricos y la mejora de las técnicas de caza humanas (como se puede observar, por ejemplo, en la evolución de las puntas de flecha de piedra), ha llevado a la teoría de la sobreextinción del Pleistoceno. La idea es que la actual pobreza relativa de la megalofauna terrestre (animales que pesan más de cincuenta kilos) se debe, sobre todo, a la sobreexplotación de los grandes animales, relativamente mal defendidos, por parte de un número creciente de cazadores más diestros. Wallace, que al principio creía que las extinciones fueron debidas a las glaciaciones de la edad del hielo, reconoció más tarde que muchos grandes animales sobrevivieron a los hielos para sucumbir poco después. Hacia 1911, aceptaba que el *Homo sapiens* fue el principal agente exterminador cuando escribía: «Lo que buscamos es una causa que ha actuado en toda la Tierra durante el período en cuestión y que bastó para producir los resultados observados. Cuando el problema se plantea de este modo, la respuesta es muy evidente... la rapidez de la extinción de mamíferos tan enormes se debe, en realidad, a la mediación del ser humano....»[140]

---

[139] *The Geographical Distribution of Animals,* vol. I, Macmillan, Londres, 1876, pág. 150.

[140] *The World of Life.* Moffat, Yard and Company, Nueva York, 1911.

Esta respuesta «evidente» constituye aún objeto de polémica, pero existen diversas líneas de evidencia, hábilmente establecidas por los modernos paleontólogos y, en particular, por Paul S. Martin, que plantean de forma muy probable que la extinción fuera iniciada por el ser humano. A este respecto, el ritmo de las extinciones en Norteamérica es muy significativo. Hacía más de un millón de años que el Viejo Mundo estaba ocupado por el *Homo erectus*, un antepasado primitivo del *Homo sapiens* que desarrolló progresivamente un gran cerebro y armas eficaces que le permitieron ser un hábil cazador. En cambio, los primeros grupos humanos que invadieron, en fecha más cercana el hemisferio occidental a través del estrecho de Bering, eran de *Homo sapiens*, un cazador muy eficiente y capaz. Estos grupos se propagaron hacia el Este y hacia el Sur a un ritmo que coincide en el tiempo con las extinciones de los grandes animales del Nuevo Mundo.[141]

En otras partes del mundo, las islas ocupadas por grupos humanos perdieron rápidamente los grandes animales que en ellas vivían. El *Homo sapiens* alcanzó Nueva Zelanda y Madagascar hace unos mil años. En Nueva Zelanda no existían mamíferos terrestres y la evolución de las aves se había disparado. Una impresionante colección de gigantescos moas no voladores aguardaba la llegada de los invasores humanos, entre ellos el espectacular *Dinornis*, de tres metros de alto, parecido a un avestruz gigante. El ser humano empezó rápidamente a darlos caza, por lo que provocó su extinción al cabo de un centenares de años, dejando tras de sí los huesos rotos y quemados en sus campamentos de caza. Sin embargo, no es probable que la

---

[141] Véase el volumen editado por Paul S. Martin y H. E. Wright, Jr., *Pleistocene Extinction. The Search for a Cause*, Yale University Press, New Haven, 1967; y P. S. Martin, «The discovery of America», *Science* 179:968-974, 1973. Si la causa primaria responsable de las extinciones de la megafauna fue la caza o el clima es un tema todavía controvertido. Para una exposición sumaria de los argumentos de ambos lados véase el excelente trabajo del evolucionista Leigh Van Valen «Late Pleistocene extinctions», *Proceedings of the North American Paleontological Convention* 469-495, 1969

causa de la rápida desaparición de los moas fuera sólo debido a la caza. Las ratas y los perros que acompañaban a los maoríes, atacaban, sin duda polluelos de esas aves, que habían evolucionado en ausencia de mamíferos depredadores.

En Madagascar, la megafauna, incluidos un ave gigante no voladora y un hipopótamo enano, desapareció en seguida tras la ocupación de la isla. Ni en Nueva Zelanda ni en Madagascar existen indicios del menor cambio climático, o de otra índole, que pudiera servir de explicación lógica a las extinciones. En ambos casos, el vínculo con la ocupación humana es demasiado estrecho como para resultar mera coincidencia.

Hace unos pocos centenares de años, la combinación de explotación directa y depredación de los mamíferos introducida por el *Homo sapiens*, junto con la destrucción de algunos hábitats, puso fin a la gran ave no voladora que dominó la isla Mauricio y el océano índico durante millones de años. Esta ave, cuyo nombre proviene de una palabra holandesa que describe su comportamiento perezoso, se ha convertido en símbolo de todo lo que desaparece irremisiblemente mediante la expresión «muerto como un dodó».

Extinciones prehistóricas en Eurasia

La presión que los cazadores ejercieron sobre las poblaciones de grandes animales empezó muy pronto. Sin duda alguna, al final de las glaciaciones, hace diez mil años o más, los cazadores humanos eran capaces de matar en gran número animales grandes. El mundo está lleno de «depósitos de huesos» del Pleistoceno, por ejemplo, en un barranco cercano a Amvrosievka, en el Sur de Ucrania, Rusia, los restos indican que allí fueron abastecidos casi mil bisontes con fisgas provistas de punta de pedernal o hueso.

En la Edad Media se creía que, en los alrededores de Predmost, Checoslovaquia, había vivido un pueblo de gigantes, ya que periódicamente aparecían allí huesos de «gigante». A mediados del siglo pasado, un agricultor local, Josef Chromecek,

descubrió un verdadero cementerio de gigantes extrayendo caliza de su finca, que en realidad consistía en extensos depósitos de huesos de un tamaño enorme, mezclados con dientes asimismo muy grandes. A pesar de que los huesos se extraían para usarlos como fertilizantes en los campos de la región, y aunque se enviaban en vagones para emplearlos como balastro en la construcción del ferrocarril Prerov-Leipnik, el depósito no llamó la atención de la comunidad científica hasta 1880.

Los científicos que realizaron la investigación encontraron una capa oscura, de unos setenta y cinco centímetros de espesor, en el suelo gris amarillento, de grano fino, depositado por el viento. El color oscuro se debía a las cenizas de innumerables fogatas antiguas. Las cenizas estaban mezcladas con muchos artefactos tallados en pedernal, de la cultura auriñacense, y un número increíble de huesos de uro (progenitor extinto de la vaca doméstica), toro almizclado, bisonte, reno y, sobre todo, mamut lanudo. Los huesos de mamut constituían las tres cuartas partes del depósito, y muchos eran de animales jóvenes.

El descubrimiento causó sensación en el mundo científico y se pudo interpretar fácilmente. Ahí se encontraba un campamento de caza, de una cultura del último período de acumulación de una formación geológica de origen eólico, un período que se remonta a veinte mil años atrás, y cuando los enormes glaciares de la última glaciación, que habían cubierto buena parte del Norte de Europa empezaban a retirarse a causa de las condiciones más templadas imperantes. He aquí una prueba fehaciente de que los habitantes de la edad del hielo no eran los «pobres salvajes» que imaginaban los hombres del siglo XIX, sino unos cazadores valientes, hábiles, bien equipados y bien organizados. No sólo eran capaces de cazar gigantescos elefantes lanudos, con gran eficacia, sino que podían hacer de ellos el principal artículo de su dieta.[142]

---

[142] El tema de Predmost se basa, en buena medida, en los materiales de Geoffrey Bibby. *The Testimony of the Spade*. Nueva York, 1956.

El hecho de que el mamut era en general muy importante para los cazadores de la edad del hielo está atestiguado no sólo por los numerosos y grandes depósitos de huesos que se han encontrado en Europa central, sino también debido a la frecuencia con que aparecen representados en las cuevas del Paleolítico, la Edad de Piedra. Es muy probable que la presión creciente que los cazadores humanos ejercieron sobre las manadas de mamuts, en especial por la matanza de jóvenes, fuera un factor importante —cuando no el principal— en el inicio de la extinción de esos enormes paquidermos. No obstante, ciertos indicios apuntan a que la extinción final del mamut, lo mismo que la del rinoceronte lanudo, tuvo lugar, en sus postreros reductos siberianos, sin la intervención humana.[143] De ello debieron de encargarse los cambios climáticos, además del engrosamiento de la cubierta nivosa. En esas regiones existen depósitos de huesos, que no muestran huellas de armas, no están machacados para la extracción de la medula, ni tampoco presentan las señales de fuego que son características de los enclaves de caza del *Homo sapiens.*

Existen científicos que defienden que la expansión de las poblaciones humanas no fue un factor primordial en las extinciones del Pleistoceno. Algunos sostienen que el ritmo y la amplitud de cambio climático que tuvo lugar por aquel entonces, no tenía precedentes, y que los grandes herbívoros, así como sus depredadores, no pudieron mantener poblaciones suficientemente grandes en las bolsas de hábitats que restaban disponibles por lo que, en consecuencia, perecieron.[144] Otros señalan que se produjo una extraordinaria explosión evolutiva de diferentes tipos de mamíferos a principios del Pleistoceno y consi-

---

[143] N. K. Vereschchagin, «Primitive hunters and Pleistocene extinction in the Soviet Union», en Martin y Wright, *Pleistocene Extinction,* óp. cit., págs. 388-392.

[144] Por ejemplo, John E. Guilday, «Differential extinction during late- Pleistocene and recent time», en Martin y Wright, *Pleistocene Extinction,* óp. cit., págs. 121-140, aunque también puede verse Van Valen, óp. cit.

deraban las extinciones de finales de ese período como una sacudida inevitable, consecuencia de la competencia de una fauna superdiversificada. Según esta interpretación, el punto más importante es la alta tasa de evolución divergente en los albores del período, no las extinciones posteriores, que se atribuyen a la competencia entre demasiadas clases distintas de grandes animales por unos recursos inadecuados.[145]

Valoración de la acción humana

De todos modos, todas estas explicaciones no se excluyen mutuamente. Quienes están familiarizados con los pueblos de cazadores que han llegado hasta nuestros días, no pueden evitar la sorpresa ante dos hechos. El primero es la habilidad para cazar grandes herbívoros terrestres, cuando aún existían, ya que las técnicas parecen ser muy antiguas y estar muy extendidas. Por ejemplo, cuando en 1952 Paul estuvo viviendo y cazando con los esquimales aivilingmiut que habitan el norte de la bahía de Hudson, sus compañeros le describieron el empleo de *inukshuks* en la caza del caribú.

Los inukshuks son pilas de piedras erigidas de modo que proyecten la imagen de cazadores de pie. La palabra proviene de la misma raíz que *inuk* (un esquimal) y que *inuit* (la gente), que es el modo en que los esquimales se denominan a sí mismos. Se construye una gran V de inukshuks con el vértice en la orilla de un lago o en un acantilado, y a continuación, los cazadores tratarán de conducir los caribúes a la boca de la V. Una vez ahí, los animales se precipitarán hacia su perdición por el embudo de piedras, a los que tomarán por personas, sobre todo porque las mujeres y los niños se agazapan detrás de algunas pilas, agitando los brazos y gritando. Los animales se despeñarán o caerán al agua, donde serán rematados desde kayacs. Los inukshuks ayudan a los esquimales a compensar

[145] P. D. Gingerich, «Patterns of evolution in the mammalian fossil record» en A. Hallam ed., *Patterns of Evolution as lllustrated by the Fossil Record*, Elsevier, Ámsterdam, 1977, págs. 476-478.

su baja densidad demográfica y la correspondiente falta de manos para organizar este tipo de redadas de animales a gran escala.

Es de suponer que los cazadores del Pleistoceno utilizaban técnicas similares. Por ejemplo, en Crimea existen depósitos de huesos que indican que los cazadores primitivos aprovechaban acantilados de varias decenas de metros para conducir a la muerte a manadas de asnos salvajes.

La segunda característica de los pueblos cazadores, al menos si se toma a los esquimales como guía, es la falta de una ética de la conservación.[146] Los esquimales explicaban la disponibilidad errática de la caza en términos religiosos. Unos años los espíritus estaban satisfechos y la caza era abundante, mientras que otros, se sentían descontentos y la caza escaseaba. Las almas de los caribúes, osos polares y focas tenían una importancia especial para los esquimales y debían ser apaciguadas mediante la observación de los oportunos tabúes de muerte. Por ejemplo, una foca recién cazada nunca debía ser depositada sobre el suelo de un iglú sucio —ya que el alma del animal podría ofenderse por yacer en una superficie sobre la que ha caminado una mujer. Por tanto, se traía nieve limpia para poder tender encima la foca muerta.[147] De igual manera estaba prohibido raspar la piel de un caribú mientras se practicaba la caza de estos animales, porque se podría herir el alma del caribú y dificultar la captura de otro.

Así pues, la observación o infracción de los tabúes era, a ojos de un esquimal, el factor principal del éxito del grupo cuyo rito más esencial era la caza. Por lo tanto, para asegurar la provisión de caza no se tenía que tratar como es debido a la población de animales, sino que, simplemente, se debía tratar bien al

---

[146] J. J. Hester, «The agency of man in animal extinctions», en Martin y Wright. *Pleistocene Extinction,* óp. cit., págs. 178-179.

[147] Conversaciones de P R. E. con Tommy Bruce. Southampton Island, Northwest Territories, 1952; y Asen Balikei, *The Netsilik Eskimo,* Natural History Press. Garden City. N.Y., 1970.

animal individual y a su alma. Semejante visión del mundo resultaba idónea para el cazador y el cazado, siempre que ningún cambio ambiental hiciera más vulnerable a los animales, o algún cambio tecnológico no hiciera más mortífero al cazador.

En la década de los años cincuenta, se produjo un cambio tecnológico de esta índole en el mundo de los aivilingmiuts. La fuente de sustento más valiosa para este «pueblo de la morsa» la constituían, en realidad, varias especies de foca. Se cazaban morsas para alimento de los perros de los trineos, y se usaban sus resistentes pieles para fabricar arneses. Pero la carne de las focas común y barbuda era más sabrosa, y con su piel se fabricaban botas suaves, flexibles y cómodas.

El método clásico de cazar focas, una vez se había fundido el hielo en primavera, consistía en arponearlas desde canoas de pieles. Así que, en los años cuarenta, el esquimal se dedicó a cazar zorros árticos con trampas, dada la alta demanda de su blanca piel, lo que les proporcionó un pequeño capital que gastaron, entre otras cosas, en rifles y barcos a motor. Esto cambió todo el esquema de la caza de la foca. Los esquimales disparaban al azar contra las focas desde la cubierta de sus barcos, tratando de herirlas, para luego aproximarse con el barco y rematar a arponazos los animales heridos.

La técnica era mucho menos penosa que el método tradicional, pero tenía un efecto secundario poco afortunado. Durante la primavera, flota en la superficie del océano una capa de agua dulce procedente de la fusión de la nieve y el hielo. En otras aguas menos densas, las focas que mueren por los disparos se hunden, y no pueden ser recobradas, mientras que con el antiguo sistema, prácticamente toda foca muerta se convertía en provisión de carne para la despensa del esquimal. En 1952, tras el advenimiento del rifle, se calculó que se perdían diecinueve piezas de cada veinte. No es de extrañar, pues, que el resultado fuera una brusca disminución de las poblaciones de focas.[148]

---

[148] Los materiales sobre Aivilingmiut son de P.R.E., no publicados.

Por lo tanto, parece razonable concluir que los cazadores del Pleistoceno debieron de ejercer una considerable presión de caza sobre las poblaciones de grandes mamíferos, y no es probable que se vieran coartados por ideas conservacionistas. Al igual que los esquimales, debían de cazar mientras la caza era buena, y, como éstos guardarían los excedentes para las épocas de escasez. Si las condiciones climáticas redujeron también el tamaño de las manadas, la situación debió ser dura para los cazadores.

Si la fauna está «superdiversificada», no existe ningún punto en el código de leyes evolutivas que diga que una especie no puede ser una de las causas principales de su rápida simplificación. En el norte de América sobre todo, donde el *Homo sapiens* apareció de repente cuando ya era valeroso, inteligente y estaba bien armado, muchos grandes animales dispusieron de muy poco tiempo para adaptarse, mediante cambio evolutivo o de comportamiento, a la presencia de un nuevo depredador, inexorable y mortífero.

No obstante, conviene situar las actividades de los pueblos prehistóricos en la debida perspectiva. Fuera cual fuera el papel exacto del ser humano en las extinciones de mamíferos del Pleistoceno, éstas fueron relativamente menores en comparación con las extinciones de todo tipo de flora y fauna que se producen actualmente a consecuencia de la destrucción de los hábitats por parte del ser humano civilizado. La caza y la recolección es, en gran medida, el modo de vida más próspero, duradero (al menos 50.000 años) y menos destructivo que ha desarrollado el *Homo sapiens,* y ha constituido el modo de vida del 90% de todos los seres humanos que han llegado a existir.[149]

Según escribieron, en 1968, los antropólogos Richard B. Lee e Irwin DeVore, esa evaluación no excluía «la precaria

[149] R. B. Lee I. DeVore. «Problems in the study of hunters and gatherers», en Lee y DeVore. *Man the Hunter.* Aldine, Chicago. 1968, pág. 3.

existencia actual bajo la amenaza de la destrucción nuclear y la explosión demográfica».

Todavía es una pregunta sin respuesta si el ser humano será capaz de sobrevivir en las condiciones ecológicas exageradamente complejas e inestables que ha creado para sí. Si fracasa, los arqueólogos interplanetarios del futuro clasificarán nuestro planeta como uno en el que a un larguísimo período estable de recolección y caza a pequeña escala, siguió un florecimiento, aparentemente instantáneo, de la tecnología y la sociedad que condujo a una rápida extinción. «Estratigráficamente», el origen de la agricultura y la destrucción termonuclear aparecerán casi de forma simultánea.[150]

Extinciones recientes

Las extinciones históricas de especies explotadas parecen haber seguido una pauta cuando menos semejante a la seguida por las prehistóricas. La caza ha jugado un papel importante en la reducción numérica de determinadas especies, así como el cambio ambiental, pero el empujón final ha sido impuesto por la reducción, en cierto modo, de la capacidad de adaptación de las especies. La complejidad que puede caracterizar los caminos que llevan a la extinción, queda muy bien ilustrada en la más famosa de todas las extinciones históricas que se han producido, la de la paloma migratoria de Norteamérica.

La paloma migratoria fue una criatura fascinante, una paloma elegante, bonita, con un dorso de color azul pizarra y el pecho rosa profundo; no arrullaba como las otras palomas, sino que emitía «chillidos, gorjeos y cloqueos».[151] Lo que justificaba su fama era el tamaño gigantesco de sus poblaciones, y probablemente haya sido el ave más abundante de cuantas han existido. Audubon observó una bandada de palomas migrato-

---

[150] Ibíd.

[151] W. Craig, «The expression of emotion in pigeons. III. The Passenger Pigeon (*Ectopistes migratorius* Linn.) *Auk* 28:408, 1911.

rias que tardó tres días en pasar, en ocasiones, según sus cálculos a un ritmo de más de 300 millones de aves por hora. El paso de las grandes bandadas producía un zumbido que podía oírse a diez kilómetros de distancia.[152] Alexander Wilson, fundador con Audubon de la ornitología americana, estimó en 2 mil millones las aves de otra bandada. Las palomas anidaban en colonias largas y estrechas que podían medir sesenta kilómetros de largo y varios de ancho. Los excrementos se amontonaban en sus posaderos preferidos, en capas de varias pulgadas de espesor que producían la muerte de todas las hierbas, arbustos y, con el tiempo, de los propios árboles de los alrededores.

Las aves se distribuían por todo el este norteamericano, donde se alimentaban de frutos de árboles silvestres, especialmente de bellotas y hayucos. No se conocen a ciencia cierta las razones de su comportamiento gregario. Quizá les ayudara a encontrar alimento; aunque también podría ser una defensa contra los depredadores.

Los primitivos colonos estadounidenses no repararon en añadir la paloma migratoria a su dieta. Las zonas de nidificación estaban tan pobladas que los adultos acababan siempre heridos o muertos, y los suculentos pichones arrojados de los nidos. Para recoger la cena, todo lo que había que hacer es darse una vuelta por la colonia. No obstante, a medida que crecía la población humana, las cosas cambiaron. Los ferrocarriles atravesaron regiones vírgenes, abriendo camino a los cazadores comerciales que expedían las aves a centros como Nueva York; y los grandes bosques de robles y hayas donde anidaban las aves, empezaron a ser clareados.

Los cazadores comerciales idearon maneras muy ingeniosas de matar un gran número de aves. Ahogaban las palomas quemando hierbas o azufre debajo de los posaderos; las emborrachaban con granos empapados en alcohol, e incluso las aba-

[152] I. L. Brisbin. «The Passenger Pigeon. A study in extinction», *Modern Game Breeding* 4:3-20, 1968.

tían con varas largas, a tiros o con redes (en cuyo caso les aplastaban la cabeza con unas tenazas). Una trampa ingeniosa consistía en un señuelo en forma de paloma con los ojos cerrados, atado a una percha llamada taburete.

La rapidez con que disminuyó el número de palomas fue sorprendente. Después de la Guerra Civil, se expidieron tantos millones de aves del Medio Oeste a Nueva York que se usaban pájaros vivos como blanco en las casetas de tiro. No obstante, las enormes bandadas habían desaparecido para entonces de los estados costeros, y hacia 1880 su número había menguado en todas partes. En 1878, un cazador expidió unos tres millones de aves desde Michigan, el último baluarte de la paloma migratoria. El último pájaro salvaje fue visto en ese estado justo once años después, y el último cautivo murió en el zoo de Cincinnati en 1914.[153] Se llamaba Martha.

La extinción económica precedió a la biológica. Las últimas aves silvestres no las mataron los cazadores, pues dejaron de ser rentables en cuanto desaparecieron las grandes bandadas. Al parecer, la capacidad de formar enormes bandadas era esencial para la supervivencia de las palomas, así que cuando las poblaciones disminuyeron tanto que no bastaban para mantener las grandes colonias de reproducción, los fracasos en la nidificación, la endogamia y la mortalidad debida a los depredadores debieron de agravarse y la especie se vio abocada a la extinción.[154]

El destino de la paloma migratoria ilustra con toda claridad que un número muy elevado de individuos no garantiza la seguridad de una especie. En ciertas condiciones, las especies

---

[153] La narración sobre la paloma migratoria se basa esencialmente en Brisbin, óp. cit., y en Tim Halliday, *Vanishing Birds: Their Natural History and Conservation*, Hoot, Rinehart and Wiston, Nueva York, 1978. El libro de Halliday está espléndidamente escrito e ilustrado así como bien documentado.

[154] T Halliday. «The Extinction of the Passenger Pigeon *Ectopistes migratorius* and its relevance to contemporary conservation», *Biological Conservation* 17:157- 162, 1980

pueden pasar de la superabundancia a la extinción, a una velocidad sorprendente. Otro ejemplo es el destino del bisonte americano (mal llamado búfalo). Las poblaciones que habitan en el este de Norteamérica, a veces consideradas una raza aparte, fueron cazadas hasta la extinción a comienzos de los años treinta del siglo XIX, y la raza de Oregón, concretamente, hasta mediados de siglo. El bisonte americano del norte todavía vive, en número relativamente elevado, en los bosques de Alberta y en los territorios del noroeste del Canadá.

Las poblaciones de bisontes en las praderas eran más numerosas de lo que se cree. Su enorme número, estimado en 30 o 40 millones de individuos, ennegrecía las llanuras. He aquí una prueba evidente de que al menos parte de la megafauna puede prosperar en presencia de cazadores expertos. Los americanos nativos se sirvieron poco del bisonte hasta que obtuvieron caballos de los españoles. Una vez dispusieron de monturas, algunas tribus basaron sus economías en la explotación de esas lanudas bestias, comiendo su carne y empleando de diversos modos los cueros. Pero este hecho no produjo mella apreciable en la población de bisontes ya que, en apariencia, el número que se obtenía cada año era menor que la producción anual.[155]

La llegada de colonos procedentes de Europa, y en especial la del ferrocarril hacia 1860, señaló el inicio del exterminio de los grandes bisontes. Los cazadores mataban los animales por su piel y su lengua fundamentalmente, y dejaban pudrir el resto. Después, otros recogían los huesos limpios que blanqueaban las llanuras, y los enviaban al este para usarlos como fertilizante. Entre 1870 y 1875, quizá murieron 2,5 millones de bisontes al año a manos de los cazadores blancos, y en 1883 fue exterminada la última manada significativa, que debía de contar con unas 10.000 cabezas. Al iniciarse el siglo XX sólo

[155] F. G. Roe. The North American Buffalo: A CriticaI Study of the Species in the Wild State, University of Toronto Press, Toronto, 1951.

quedaban 500 bisontes de las praderas que, finalmente, se encontraban bajo protección legal.

El bisonte tuvo más suerte que la paloma migratoria. Hoy deben de haber en Norteamérica unos 25.000, repartidos en parques y en manadas privadas, pero lo que no es posible encontrar son bisontes de las praderas «salvajes». Un ganadero californiano ha obtenido, un híbrido fértil de bisonte y vaca. El híbrido, que se conoce como *beéfalo*, es, según se ha informado, muy sabroso, más magro y más productivo que la vaca, además es más fácil de criar que el vacuno, crece deprisa y no requiere grano para ser alimentado. En el mejor de los casos, si se acepta, el beéfalo podría abaratar la carne y hacerla menos grasa, más saludable; y como mínimo, aportaría variedad a la dieta humana.[156]

AMENAZAS A LA ALIMENTACIÓN ACTUAL

El ser humano continúa cazando especies de animales salvajes en el campo para alimentarse, y sigue pescando ballenas y peces en el mar. Los cazadores de ciervos de Pensilvania, los bosquimanos que acechan gacelas en Namibia, o la poblaciones del oeste de China que cazan salamandras del padre David, son sólo simples seguidores de una antigua tradición humana. En general, a escala mundial, el nivel de depredación por caza humana es muy bajo y apenas si influye en las poblaciones depredadoras. Pero en algunos casos, por ejemplo si la presa es rara (como la salamandra) o el cazador está dispuesto a exterminar, las poblaciones y las especies desaparecen.

A veces, la vida silvestre sufre sobreexplotación como resultado de circunstancias políticas y económicas inusuales. A comienzos de 1979, se produjo en Uganda un incidente grave y a la vez grotesco, cuando las tropas diezmaron la fauna silvestre en lo que había sido una de las reservas de caza más ricas

[156] San Francisco Examiner and Chronicle, 5 de octubre de 1975.

de África, el parque nacional Ruwenzori. Tropas fuera del control de sus superiores se entregaron a la matanza de la fauna, cuya carne fue adquirida por comerciantes ugandeses. El biólogo norteamericano Karl Van Orsdal fue testigo ocular de las masacres en el lago Edward: «Dos soldados tanzanos permanecían de pie, riendo, mientras que un tercero, tirado en el suelo, disparaba rápidas ráfagas contra un gran grupo de hipopótamos fuera del agua... siete u ocho civiles ugandeses carneaban un hipopótamo muerto, con hachas y machetes, a unas decenas de metros de la orilla».[157]

Se podía ganar mucho dinero. Un hipopótamo muerto puede producir hasta 800 kilos de carne a más de dos dólares por kilo. Al cabo de tres meses y medio, cuando Van Orsdal se marchó, calculaba que se había dado muerte al 30% de los grandes animales del parque, concretamente 46.500 individuos, entre ellos 6.000 hipopótamos, 5.000 cobos de Uganda, 2.000 búfalos, 400 topis, 100 elefantes y 70 leones. Si no existieran más matanzas en lo sucesivo, lo más probable es que la mayoría de las especies se recuperara, excepto quizás el cobo.

Los acontecimientos que sucedieron al establecimiento de la República Islámica en Irán no fueron muy diferentes de los de Uganda, ya que la fauna ha sido exterminada indiscriminadamente. Furtivos en motocicleta ametrallaban las gacelas, en otro tiempo protegidas, y en el mar Caspio, el esturión fue dinamitado. Se clarearon miles de hectáreas de bosque de madera dura para convertirlas en pastos o terrenos de labor. Muchos animales que habían recibido cuidadosa protección durante el régimen del sha, ahora son tan mansas que resultan presa fácil para cazadores con armas automáticas. Algunos de los mamíferos más amenazados del mundo —entre ellos el tigre del Caspio, el asno salvaje y el gamo de Mesopotamia— corren hoy día un peligro aún mayor.[158]

---

[157] «It witnessed a massacre». *International Wildlife,* enero-febrero de 1980. pág. 29.

[158] Michael Weisskopf, «Iran's Wild Casualties», *Defenders,* abril 1980.

Esas matanzas no están restringidas a las naciones en desarrollo con revueltas. En la sociedad de la Unión Soviética, estrictamente controlada, el suministro de carne es tan deficiente que la fauna se ha visto acosada hasta un punto nunca visto. En la primavera de 1976, después de haber anillado trescientos patos jóvenes en un lago de Siberia, los ornitólogos responsables recibieron de vuelta las trescientas anillas, ya que los cazadores habían abatido todas las aves. En las reservas soviéticas, la caza furtiva aumenta cada día más, por ejemplo, los animales de la reserva de Kyzyl-Agach, en el mar Caspio, han sufrido los asaltos periódicos de grupos de oficiales del ejército que operan desde helicópteros, vehículos todo terreno e incluso tanques. Aunque cueste creerlo, una división soviética estacionada cerca del lago Baikal durante años, ha estado usando misiles de rastreo térmico para cazar ciervos.[159]

Quizá la caza más repugnante y despiadada que se haya practicado recientemente en nuestro planeta no sea la llevada a cabo en las regiones salvajes de África o en las estepas rusas, sino en Australia. Hace mucho tiempo que los ganaderos australianos cazan todos los canguros posibles, porque compiten con sus ovejas por la hierba. Ya en 1863, el gran naturalista y pintor John Gould temía que el canguro rojo y algunas otras «preciosas especies» de marsupiales fueran exterminadas por los ganaderos.[160] No obstante, se equivocaba, ya que el canguro rojo siguió siendo abundante en las áreas más secas, donde las ovejas no podían prosperar.

A finales de los años cincuenta, se descubrió un mercado para la carne de canguro como alimento de animales de compañía, embutidos de clase inferior y sopa de rabo de canguro. El resultado fue la caza indiscriminada del canguro. La técnica

---

[159] «Creatures» *Audubon*, mayo 1980, basado en el libro escrito por un burócrata ruso de identidad desconocida (firmado con el pseudónimo Boris Komarov), *The Destruction of Nature in the Soviet Union* (N. F. Sharpe. White Plains, N. Y.).

[160] Citado en Marshall, ed., The Great Exterminaron: A Guide to Anglo Australian Cupidity. Wickedness and Waste. Heinemann. Londres 1966. pág. 19.

clásica consistía en «deslumbrarlos» con los faros de un automóvil por la noche; los canguros quedaban inmovilizados por la luz y se les disparaba con rifle. Algunos morían de inmediato, pero había cazadores que, deliberadamente, sólo les herían, dejándolos a veces sufrir durante horas o días para que la carne se mantuviera fresca hasta el momento de la entrega. Las cacerías nocturnas se consideraban «acontecimientos deportivos», a pesar de que los cazadores no tenían que mostrar ningún valor ni ninguna habilidad especial. En 1980 se puso de moda otro método de caza, en este caso en motocicleta, una persona controlaba la dirección y la otra disparaba sobre los animales en fuga.

Desde que se fundó el país, se han sacrificado en Australia cerca de un millón de canguros por año. Las matanzas continúan hoy día, aunque, por suerte, los grandes canguros que se cazan, por lo visto no tienden a extinguirse. Por el contrario, algunas de las especies más pequeñas sucumben a la destrucción de sus propios hábitats.

Los cazadores de canguros han dado mil y una excusas por ello, sobre todo los ganaderos, y las han relacionado con su errónea interpretación del impacto del canguro en zonas que ellos mismos han arruinado con el sobrepastoreo de ovejas. Pero una vez más, la razón principal de este exterminio es una mezcla de avaricia y falta de compasión. Los conservacionistas australianos temen que, como Estados Unidos ha levantado la prohibición que pesaba sobre la importación de artículos fabricados con piel de canguro, se recrudezcan las masacres y empiecen a peligrar las poblaciones de canguros.[161]

Las matanzas de las faunas ugandesa, iraní, rusa y australiana son ejemplos claros y extremos de caza contemporánea no controlada. Quizás el aspecto más terrible de esos y otros episodios similares, como las carnicerías anuales de crías de

---

[161] A. A. Burbidge. *The Status of Kangaroos and Wallabies in Australia.* Australian Government Publishing Service. Canberra. 1977; «New count method could determine kangaroos future». *The Bulletin.* 25 de marzo de 1980: «Will U S. encourage kangaroo slaughter?» *The Australian,* 12 de mayo de 1980

foca en Canadá, que actualmente están controladas, es que demuestran la poca compasión que existe por los animales en la mayoría de las poblaciones humanas. El ser humano puede matar por necesidad económica o por deporte, pero cada muerte, de uno u otro tipo, puede venir acompañada de cierta simpatía por los animales muertos. En realidad, los cazadores y pescadores suelen ser, a la vez, ardientes conservacionistas, algo que han de reconocer por fuerza incluso quienes encuentran la caza moralmente reprobable. Sin embargo, es evidente que muchos seres humanos aún pueden exterminar especies sin remordimiento alguno.

EL COMERCIO DE FAUNA

Hay muchas especies que reciben el ataque directo de la humanidad por razones ajenas a la provisión de alimentos. De hecho, la presión hacia la extinción de esas especies continúa —y en muchos casos incluso aumenta—, a pesar del mayor conocimiento público de las especies en peligro y a pesar de la proliferación de leyes protectoras, sobre todo en los países desarrollados. El comercio internacional de fauna, por ejemplo, alcanza cotas insospechadas. Sólo para la investigación científica y médica, se recolectan y se envían a todo el mundo enormes cantidades de animales, mientras que, por otro lado, se recogen plantas y animales para su exhibición en jardines botánicos y zoológicos, para deleite de coleccionistas particulares y para productos fabricados a partir de ellos.

Como ejemplo de hasta dónde llega el comercio de animales para investigación, hace unos años recibimos una oferta para vendernos diversos animales con «fines de investigación» desde Nigeria. La lista adjunta incluía avestruces, dos tipos de ánsar, marabúes africanos, zorros, grullas coronadas, dos tipos de monos, babuinos y chimpancés.

Los primates, en particular, son los animales más propensos a las depredaciones en nombre de la investigación. Las captu-

ras para zoólogos y laboratorios han contribuido a que los gorilas estén en vías de extinción, sobre todo porque, durante el proceso de captura se matan muchos, o bien mueren en cautividad antes de llegar a ser exhibidos o empleados en un experimento.[162]

Uno de los ejemplos más trágicos y absurdos atañe a la reciente fundación, con ayuda de una compañía petrolífera francesa, de un centro internacional de investigación médica en Franceville, Gabón. El centro fue fundado para estudiar y remediar la esterilidad humana, problema calificado de grave en Gabón, donde prevalece la opinión de que el país está poco poblado. En 1979, la tasa de crecimiento de la población natural de Gabón fue del 1,1% anual, una tasa que, de mantenerse duplicaría la población en 63 años. La densidad demográfica es muy baja si se compara con la media de este mundo superpoblado, pero no está tan claro que un incremento de la población pueda servir para algo aparte de reducir su nivel de vida, relativamente alto. Por término medio, la renta *per cápita* en Gabón es casi tan elevada como en Inglaterra, gracias a los enormes recursos de hierro, manganeso, uranio y petróleo.[163]

Para salvar a Gabón de un «problema» que buena parte del mundo desearía tener, el nuevo centro investigador ha construido una gran instalación destinada a experimentos con primates. En ese centro, los gorilas y chimpancés serán objeto de estudio con el fin de encontrar respuesta al problema, aunque según ha reconocido el presidente del gobierno de Gabón, la esterilidad de la población se debe a una epidemia de gonorrea. La instalación de primates está enfocada como una salida para los bebés de gorila que quedan «disponibles» cuando los gaboneses matan a las madres para comer. Según un observador, a finales de 1979 llegaron a la instalación seis bebés de gorila,

---

[162] D. Cousins, «Man's exploitation of the Gorilla». *Biological Conservation* 13:287-296, 1978.

[163] Las estadísticas del Gabón son del Population Reference Bureau. *World Population Data Sheet,* 1979.

mientras que otros cinco murieron debido a la impericia de los operarios.

Como ha señalado el doctor Shirley McGreal, de la International Primate Protection League (IPPL): «...los conejos funcionarían mucho mejor como "modelos animales" de la fertilidad humana, pues el chimpancé y el gorila se reproducen tan mal que están muy cerca de la extinción y no pueden compensar reproductivamente la depredación humana».[164] La situación no deja de ser irónica ya que la principal amenaza para los gorilas en cualquier parte, es la expansión de las poblaciones humanas. Henry Heymann, de la IPPL, apuntaba que en Gabón: «... se estaba obligando a los gorilas a contribuir con su vida, salud, libertad y cordura a facilitar su propia defunción. Existe cierta semejanza con los prisioneros de un campo de concentración, a los que se obliga a cavar su propia tumba antes de ser asesinados».[165]

Así pues, en Gabón persiste la presión directa sobre el gorila. Son abiertamente cazados como alimento en un país relativamente rico, y se ampara y estimula la caza con un programa «científico» descabellado.

En todas partes, la demanda de grandes antropomorfos para la investigación médica es elevada, debido a su estrecha similitud con el ser humano; pero actualmente su empleo con fines de investigación sólo se admite bajo controles muy estrictos. Por desgracia, la calidad de la mayoría de las investigaciones médicas deja que desear y muchos de los proyectos responsables de la reclusión y sacrificio de los primates carecen de mérito alguno, y el proyecto de Gabón no es el único de este tipo.

La presión «científica» también afecta a las especies en peligro por causa de los zoos, ya que todos suelen comprar animales a comerciantes poco escrupulosos. Las condiciones bajo las cuales se obtienen y expiden los animales, acostumbran a

---

[164] Carta recibida el 6 de febrero de 1980

[165] Cara a Russell Train, 21 de enero de 1980.

ser horrorosas. Por ejemplo, en agosto de 1978, llegaron al aeropuerto de Bangkok tres tapires malayos, tres gatos de bengala, cincuenta macacos orsinos, un gibón de píleo, un huloc y treinta y ocho hilobates de manos blancas, todos ellos amontonados en seis cajones. Permanecieron por espacio de varios días en «condiciones de intenso calor e insufrible estrechez» antes de ser expedidos hacia Bélgica. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) estimó que, el método utilizado para capturar a esos animales, los cuarenta gibones cautivos, todos ellos jóvenes, supuso la destrucción de al menos cien grupos de cría.[166] El cargamento era, sin lugar a dudas, inexcusable y probablemente ilegal; y los animales debieron de ir a parar, probablemente, a zoos.

Existe también un goteo sustancial de especies animales salvajes hacia colecciones ajenas a los zoos. Se capturan cantidades enormes de peces de agua dulce y de los arrecifes coralinos destinadas a comercios de acuarios. No se conoce con precisión el número exacto, pero cabe adivinar la magnitud del mismo por algunas estadísticas. En 1970. Estados Unidos importó 84 millones de peces vivos, y la cifra debió de ascender a unos 250 millones en 1979.[167]

En 1970 entraron legalmente en Estados Unidos más de 2 millones de reptiles, número que se duplicó en 1979. Algunos de esos reptiles fueron a parar a colecciones privadas, pero lo más probable es que los zoos hayan adquirido la mayor parte del comercio. Existe un flujo adicional, no se sabe de qué dimensiones, de importaciones ilegales, sobre todo de serpientes raras. En 1977, ocho de los zoos más importantes del país fueron identificados como compradores de reptiles importados ilegalmente. Los catálogos de los distribuidores sacan a la venta

---

[166] *IUCN Bulletin,* septiembre de 1978, pág. 152

[167] Las estadísticas de 1970 son de *Biological Conservation,* vol. 4, n° 1, octubre de 1971. La estima para 1979 se obtuvo por extrapolación de la cifra de más de 300 millones de importaciones de vida salvaje en aquel año; *Defenders,* febrero de 1980; las cifras de los parágrafos siguientes tienen la misma procedencia.

especies protegidas, y el furtivismo de serpientes raras, como el crótalo de Arizona se está convirtiendo en una industria doméstica en el sudoeste de Estados Unidos.[168]

También en Italia están muy extendidos el coleccionismo y el tráfico comercial de reptiles y anfibios. Cada primavera se capturan muchas ranitas de San Antón, tortugas, lagartos y serpientes en Italia y los Balcanes, y se envían a Europa central para exhibirlos en zoos o convertirlos en animales de compañía. Las poblaciones silvestres de tortugas europeas corren ahora un serio peligro debido a ese tráfico de animales de compañía, y lo mismo ocurre con las poblaciones de serpientes y lagartos europeos. En Inglaterra, la culebra lisa está ya seriamente amenazada y, sin embargo, se sigue capturando y vendiendo en las tiendas de animales domésticos. Decenas de miles de tortugas terrestres y marinas entran cada año en Gran Bretaña con destino a ese tipo de comercio. Entre 1967 y 1972, el Reino Unido recibió más de 1,2 millones de ejemplares de la vulnerable tortuga griega o de jardín sólo procedente de Marruecos, y es de suponer que expediciones similares fueron a parar a la Europa continental. Se cree que el 80% mueren durante el primer año de cautividad.[169]

Las aves que circulan por Estados Unidos y Europa para ser enjaulados y mantenidos como animales de compañía, se cuentan por millones, lo cual es indudable que debe de suponer una grave sangría para muchas poblaciones. La mayoría de las aves silvestres no prosperan en cautividad, e infinidad de ellas mueren durante la captura y el transporte. Por ejemplo, una de las aves más valiosas para el comercio es el gallito, de color rojo brillante, que habita en el norte de los Andes. Se cree que por

---

[168] . A S Johnson, «The snaker's game», *Defenders,* febrero de 1980; *IUCN Red Data Book.* 1975.

[169] I F. Spellerberg. «The amphibiam and reptile trade with particular reference to collecting in Europe». *Biological Conservation* 10:221-232. 1976; *IUCN Red Data Book,* 1975.

cada ejemplar que llega a lucirse en un zoo, se matan cincuenta.[170]

También las especies vegetales sufren la presión de la caza. En ese centro de furtivismo de serpientes que es el sudoeste de Estados Unidos, ha aparecido otra actividad ilegal, el robo de cactus. La afición por los cactus y otras plantas raras es ahora tan popular en Estados Unidos que, entre octubre de 1977 y septiembre de 1978, se importaron casi 7 millones, procedentes de más de cincuenta países.[171] Sin embargo, hoy día, muchos coleccionistas se dirigen a los desiertos de Estados Unidos en busca de ejemplares. Esas plantas adornan generalmente las casas y jardines de los coleccionistas hasta que muere; ya que no pueden reproducirse y las poblaciones permanecen aisladas y, generalmente, en hábitats inadecuados.

Arizona cuenta, actualmente, con siete «policías de cactus» para tratar de frenar ese saqueo de plantas autóctonas ornamentales, cactus en su mayor parte. Las leyes de Arizona prohíben arrancar cualquiera de las 222 plantas protegidas, y aplican fuertes sanciones —hasta un año de cárcel y multas de hasta mil dólares— a los infractores. Pero el problema de hacer cumplir la ley, cuando hay que patrullar casi 250.000 kilómetros cuadrados de superficie, es insuperable para una fuerza tan reducida, enfrentada al furor actual por los cactus.

La fiebre del cactus no sólo se ha extendido por Estados Unidos; también se da en Europa, Japón y la Unión Soviética. En la URSS, existen, en la actualidad, 114 clubes de coleccionistas de cactus. En Japón, el saguaro gigante, originario de Arizona, se vende a 40 dólares el pie. Una expedición financiada por comerciantes japoneses, arrancó *todos* los cactus autóctonos y otras plantas carnosas de una isla de la costa de Baja California. Varias de las especies extraídas sólo se habían visto

---

[170] Halliday. *Vanishing Birds,* óp. cit., pág. 44.

[171] F. Campbell y J. Tarr. «The International trade in plants is still un regularet» *National Parks and Conservation Magazine,* abril. 1980

en esa isla, por lo que es de suponer que las especies silvestres estén ahora extinguidas.

En 1978, una población entera, de las dos que se conocían, de una especie de cactus entraba en Alemania cargada en quince maletas. Y en 1979, en el aeropuerto de Frankfurt, los funcionarios de aduanas incautaron 3.600 ejemplares de una de las especies más raras de cactus en el interior de las maletas de un grupo de coleccionistas que habían estado realizando un viaje «de estudio de cactus» organizado por una agencia turística de Stuttgart.

La magnitud del saqueo de las poblaciones de cactus es sobrecogedora. En una zona de Texas cerca del Big Bend National Park, se extraen cada mes entre 25.000 y 50.000 cactus, muchos de los cuales, como los pájaros enjaulados, mueren antes de llegar al mercado. Ni siquiera en el parque nacional están seguras estas plantas que ahora empiezan a escasear incluso cerca de las carreteras. En 1977 salieron, sólo de Texas, de unos 10 millones de cactus.

En resumen, los cactus se han convertido en un gran negocio. Los ejemplares más espectaculares valen cientos de dólares y los más pequeños se revenden en los supermercados. El robo de plantas en Arizona es una empresa que rinde un millón de dólares al año. Resultado de ello es que, según estimaciones recientes de la Smithsonian Institution, existen setenta y dos especies y variedades de cactus (que representan casi la cuarta parte de toda la familia) en peligro de extinción, o a punto de estarlo. Y muchas especies de cactus son especies clave, que proporcionan alimento y espacio vital a muchos animales del desierto.

Los cactus no son las únicas plantas amenazadas por los coleccionistas. Las orquídeas son extremadamente populares, hasta el extremo de que, en los últimos años, Estados Unidos ha importado más de un cuarto de millón de ellas.[172] Sin duda alguna, el afán coleccionista está poniendo en peligro algunas

[172] Ibíd.

poblaciones y especies de la variada familia de las orquídeas, compuesta por unas ocho mil especies. Las multas a los infractores de la orquídea británica más rara, la orquídea fantasma, ascienden a cien libras esterlinas ya que la última colonia de orquídea fantasma sólo produjo cinco flores en 1974; dos fueron robadas y una tercera acabó pisoteada por los buscadores y los excursionistas. Otras especies raras de orquídeas británicas padecen asimismo el pillaje de los buscadores, que las venden en el continente europeo a más de cien dólares la unidad.[173]

En los Alpes, una saxífraga rara está amenazada por los escaladores expertos que trepan por las paredes verticales orientadas al norte para recogerla. En el extremo climático opuesto, en las junglas de Sumatra, está amenazada la flor más grande del mundo, la *Rafflesia arnoldii*, una planta parásita, que tiene flores de 90 centímetros, lo que al parecer es un imán irresistible para los coleccionistas.[174]

El negocio peletero

Quizá la amenaza directa mejor conocida que se infringe a los mamíferos terrestres sea la de la caza que sufren por una de sus principales características, el pelo. El comercio de pieles es un negocio mucho más rentable que el de los cactus, y está demostrado que es incluso más difícil de suprimir porque muchos propietarios originales de las pieles viven en países de una considerable pobreza, donde la presión para explotar este comercio es comprensiblemente elevada.

El empleo de la piel para ropa, alfombras, tiendas y similares es una tradición probablemente tan antigua como el propio *Homo sapiens.* El ser humano ha obtenido beneficios de su entorno inmediato durante la mayor parte de la historia de la especie, y cualquier cualidad útil hizo de las demás, piezas de

---

[173] *New Scientist.* 3 de abril de 1980.

[174] Los casos de saxífraga y *Rafflesia* están tomados de *IUCN Bulletin*, febrero de 1979.

cada perfectamente adecuadas. Pero la matanza indiscriminada de un gran número de mamíferos sólo por su cuero es una práctica más reciente, especialmente desde hace un siglo o dos, cuando las condiciones económicas dieron sostén a un comercio extensivo de pieles.

Pocos son los mamíferos comunes con una piel útil que hayan escapado a la inexorable explotación; y mientras tanto, esos mamíferos se han convertido a menudo en mamíferos raros. Por ejemplo, el mimoso koala australiano, una criatura que parece un oso de peluche y que muchos norteamericanos piensan que se llama «quantas», debido a las campañas publicitarias de la compañía aérea internacional de Australia.

En Australia, los koalas sólo pueden verse en una reserva o en un zoo, a pesar de que solían ser muy abundantes en estado salvaje. Su piel era valiosa, y en los primeros tiempos de la invasión europea fueron cazados sin piedad. Hacia 1900, el número de koalas había descendido en gran número por doquier, fuera del estado nororiental de Queensland, si bien en 1908 aún fue posible enviar casi 60.000 pieles a los mercados de Sydney. En la región centro-meridional de Australia, el koala fue exterminado poco después de acabar la primera Guerra Mundial. Con anterioridad, se expedían uno o dos millones de pieles al año, frecuentemente disimuladas bajo etiquetas como «castor», «mofeta», «opossum grisplateado» y «chinchilla de Adelaida».

Queensland es el estado frontera de Australia. Sus habitantes son alegres e independientes y sus políticos conservadores y localistas, lo que lo asemeja a Texas pero en las antípodas. El estado se niega a seguir el horario de verano, y el chiste de rigor de los pilotos de avión es: «acabamos de atravesar la frontera de Queensland, atrasen los relojes una hora y diez años».

Queensland era, hacia 1927, el último reducto del koala. Ese año, en un suceso que el biólogo australiano A. J. Marshall calificó de episodio más sórdido de la historia del estado,[175]

---

[175] . «On the disadvantages of wearing fur», en J. Marshall. ed. *The Great Exterminaron,* óp. cit.

Queensland declaró abierta la veda del koala incluso allí donde se sabía que la situación de la especie era precaria. El gobierno estatal distribuyó no menos de diez mil licencias para tramperos, lo que permitió la matanza de más de medio millón de koalas en unos pocos meses. El gobierno de Queensland realizó esta tremenda acción únicamente para recaudar votos y dinero. Como decía Marshall: «Los pequeños terratenientes y los agricultores necesitaban dinero. Y el gobierno necesitaba sus votos. Los votos rurales suelen ser vitales. Y éstos se habrían perdido si el gabinete no hubiera decretado la apertura de la veda que tanto ansiaba este grupo rural de presión.»

El caso del koala es insólito porque sus efectivos han menguado mucho más por persecución indirecta que por destrucción del hábitat. (Esta ha sido abundante últimamente, pero aún existen suficientes bosques de eucaliptus disponibles para la supervivencia de estos animales.)

Otros muchos animales portadores de pieles han sufrido por ambas causas, es decir, han sido cazados por su piel y ha sido destrozado su hábitat. Y algunos de los de piel más hermosa, como los grandes felinos, han sufrido asaltos adicionales debido a sus hábitos depredadores.

El irbis, por ejemplo, extendía su área de distribución por las tierras altas de Asia central. Aunque la destrucción humana del hábitat del irbis (y el del jabalí, el ciervo, la gacela, la cabra salvaje y sus respectivas presas) ha tenido, sin duda alguna, un efecto negativo, la principal amenaza proviene de los cazadores que buscan su magnífica piel de pelo gris pálido con matices crema, salpicado de rosetones negros.

Los majestuosos tigres tienen también serios problemas por la misma combinación de razones. Por otra parte, como los leones africanos, los tigres tienen la audacia de completar en ocasiones su dieta con el mismísimo gran exterminador, el *Homo sapiens.* Quizás existan unos pocos miles de tigres de Bengala sueltos en sus antiguos dominios de la India y países adyacentes, donde sufren una presión especialmente fuerte debido a la

destrucción de su hábitat, de manera que los animales se concentran en áreas cada vez más pequeñas y cada vez más próximas a las poblaciones humanas, cuyos habitantes tienen miedo y quieren matarlos. Todavía existe caza furtiva de estos animales, y en 1979 Gran Bretaña aún importaba pieles ilegalmente.

Al parecer, el tigre del Caspio está extinguido, víctima de la destrucción de la vegetación que crecía a lo largo de los ríos donde vivía, como consecuencia del desarrollo del regadío a gran escala y de los programas agrícolas de la Unión Soviética. Aceleraron su desaparición los pelotones de exterminio formados por soldados, que se encargaban de eliminar los tigres cuando eran una amenaza para los pobladores humanos y los animales domésticos.

También ha desaparecido el tigre de Bali, y el de Java sigue sus mismos pasos. Los de Sumatra y Corbett se mantienen en mejor estado, el último sobre todo en reservas. Quizás existen trescientos individuos salvajes de tigre de Siberia. Su piel, de pelo largo, es la más valiosa de todas las pieles de tigre, y los chinos tienen en gran aprecio las propiedades medicinales de varias partes de su cuerpo. Aunque sometido a una intensa caza, su declinar es consecuencia principalmente de la destrucción generalizada de los bosques y presas naturales, sobre todo en Manchuria, su patria.

No se conoce cuál es el estado actual del tigre de China, pero la especie ha sufrido una persecución intensiva y queda muy poco de su hábitat natural. Es probable que ni al tigre de Siberia ni al de China les quede mucha vida fuera de los zoológicos.[176]

El guepardo y el león tuvieron en otro tiempo una amplia distribución por Asia, pero ahora son pocos los que quedan.[177]

---

[176] La información acerca de la pantera de las nieves y los tigres procede de Simon y Géroudet. *Last Survivors: The Natural History of Animáis in Danger of Extinction.* World Publishing Company, Nueva York. 1970: págs. 114-131: e *IUCN Bulletin,* mayo 1979. págs. 136-137.

[177] Por ejemplo, véase Kai Curry-Lindahl. *Let Them Live. A Worldwide Survey of Animáis Threatened with Extinction.* William Morrow, Nueva York, 1972

El león está, por el momento, relativamente seguro en África; sin embargo, la situación del guepardo es más precaria. Los cazadores furtivos siguen buscando su piel, y no existen esperanzas de conseguir controlar la caza en un futuro previsible. Pero aunque su piel no sirviera para nada, seguiría amenazado; la ecología del guepardo tiende a hacerlo vulnerable a la extinción. Este veloz cazador, que puede acelerar desde cero a sesenta kilómetros por hora en unas pocas zancadas, vive en las sabanas africanas a densidades bajas. Sus ataques diurnos a presas son muy conspicuos, por lo que se expone a perderlas ante depredadores más poderosos, como leones, leopardos y hienas manchadas.

Además, las crías de guepardo son muy vulnerables. Como siguen siempre a su madre durante los largos recorridos que realizan a través del territorio, es fácil que caigan en las garras de otros depredadores. Tampoco cuentan con la ventaja del sistema de «guardería», que ayuda a la protección de los cachorros de león. La madre guepardo acostumbra a cazar en solitario; por el contrario, la leona, que vive en grupos integrados mayoritariamente por hembras, suele tener quién le ayude a evitar los depredadores de crías.

Los hábitos cazadores del guepardo y su relativa debilidad hacen que sea fácil de localizar y exterminar cuando decide dirigir su atención hacia los animales domésticos. Y como la fauna de la sabana cede cada vez más terreno ante los rebaños de animales domésticos, ese cambio es también más y más frecuente.

Al mismo tiempo, existe una migración creciente de agricultores hacia los pastizales. Esto conlleva una fragmentación del hábitat que poco puede beneficiar a un animal tan disperso como el guepardo.[178] Ni siquiera las grandes reservas son capaces de mantener poblaciones lo suficiente grandes como para estar a salvo de la extinción aleatoria y, con toda probabilidad,

[178] Norman Myers. «The Cheetah in Africa under threat». *Environmental Affairs* 5:617-647, 1976.

de la pérdida de variabilidad genética. Asimismo, la migración natural entre parques para permitir la repoblación puede resultar imposible, lo que compromete al *Homo sapiens* a unas responsabilidades de gestión más serias, aunque sobrevivan los propios parques.

Por consiguiente, el futuro del guepardo depende del control de las amenazas directas que sufren debidas a causa de los depredadores, así como del freno de la fragmentación de la sabana por los agricultores.

Amenazas para otros productos

Además de los animales que poseen piel cotizada, otros muchos han sufrido, y sufren, la acción depredadora humana por los productos no comestibles que proporcionan. En Oriente y Sudamérica, se utilizan mariposas para hacer objetos decorativos. Asimismo, se sacrifican muchos cocodrilos, aligátores y serpientes para fabricar zapatos y bolsos. El cocodrilo cubano, perseguido como muchos de sus parientes por la piel, sólo subsiste en dos pequeños pantanos.[179] Varias especies de tortugas marinas gigantes están hoy día amenazadas, en parte porque con sus caparazones se fabrican diversos artículos. Millones de aves, desde el avestruz hasta el ave del paraíso, han sido exterminadas para que mujeres elegantes pudieran adornarse con sus plumas.

La mayor parte de la presión que sufren los elefantes se debe a la continua depredación que sufren a manos de furtivos del marfil. El Zaire y algún otro país africano son los centros de un tráfico de marfil que pesa sobre los elefantes de todo el continente. Se calcula que, sólo en Kenia, la población de estos animales ha disminuido en dos tercios en apenas ocho años. La caza furtiva en Uganda aumentó durante el reinado de Idi Amin, y no ha remitido desde entonces. Desde 1972, la pobla-

[179] IUCN Red Data Book. 1975.

ción de elefantes del parque nacional de Ruwenzoi ha disminuido de 3.000 a sólo 150 individuos.[180] Se cree que el comercio del marfil es el causante de la muerte de 50.000 a 150.000 elefantes al año, lo que constituye más del 12% de la población total africana. Cada mes, aviones de carga C-130 llevan a Sudáfrica cargamentos de marfil, pero también sale de África por Burundi, el Congo y la República Centroafricana. El precio de un par de colmillos puede suponerles el equivalente a los ingresos de diez años para un cazador furtivo africano.[181]

El animal que en los últimos tiempos ha sufrido la persecución más encarnizada a causa de un producto es el gran ramoneador del África subsahariana, el rinoceronte negro. En los últimos años, la demanda de cuerno de rinoceronte, ha llevado a cotas catastróficas la caza furtiva de rinocerontes. Hacia 1970 vivían en Kenia casi 20.000 rinocerontes negros. En 1980, la población no llega al 10% de esa cifra, quizás unos 1.000. La contemplación de un rinoceronte negro en la llanura de Serengueti, vagando majestuoso, con algunos picabueyes en su lomo, o revolcándose en el barro como un enorme cerdo, era una de las atracciones turísticas más populares de África. Dentro de poco, los relatos y las fotografías de los viajeros serán los únicos lugares donde será posible observar a ese rinoceronte salvaje.

CONTROL DE LOS DEPREDADORES

La disminución de la amenaza directa de las especies está relacionada con el control de los depredadores. Dondequiera que el ser humano o su ganado doméstico ha sido presa de los carnívoros, el *Homo sapiens* ha tratado, lógicamente, de devolver el golpe. En los primeros combates, el ser humano se en-

---

[180] *IUCN Bulletin,* abril 1980.

[181] *Sunday Nation.* Nairobi. Kenia, 16 de abril de 1980: *IUCN Bulletin,* enero/febrero. 1980.

frentaba a animales como el león, el tigre y el oso de las cavernas con garrotes, lanzas, arcos y flechas, grandes piedras y puro valor. Durante mucho tiempo, la batalla se mantuvo más o menos en tablas; sin embargo, la invención del arma de fuego cambió la situación.

Cuando el ser humano dispuso de mosquetes, y más adelante de rifles, los grandes depredadores fueron abatidos. El oso gris o *grizzli* ha desaparecido por completo de Estados Unidos, incluido el estado de California, donde irónica, y quizá simbólicamente, es el animal oficial. El lobo, víctima de una mala prensa injustificada, ha sido exterminado en la mayor parte de Europa y Norteamérica. Este inteligente animal es cualquier cosa menos la bestia traicionera y malvada de pasadas descripciones, como puede verse en el relato clásico de Farley Mowat, *Never Cry Wolf*.[182] En Tasmania, el marsupial homónimo del lobo, el lobo de Tasmania, ha sufrido una persecución similar y ha quedado confinado en áreas marginales e inaccesibles por idénticos motivos.

Los programas de control de los depredadores, contribuyen a poner en peligro muchas especies. El águila de cabeza blanca, a pesar de estar estrictamente protegida, todavía es abatida por los cazadores en Estados Unidos. Hay incluso quien persigue y dispara a las águilas desde helicópteros.

Estados Unidos dedica grandes esfuerzos a tratar de controlar el coyote, una especie que no está en peligro de extinción, pero que prospera en presencia del *Homo sapiens* y ha aumentado su población y su territorio. Parece haber evolucionado hacia un animal más grande, más resistente y más sagaz gracias a las presiones selectivas del ser humano que trata de suprimirlo. La biología del coyote, incluida la capacidad de aumentar su tasa reproductiva bajo compulsión, permite a sus poblaciones soportar una elevada mortalidad y seguir existiendo.

En algunas zonas, el coyote puede ocasionar importantes pérdidas de ovejas y corderos, pero no hasta el punto que le

[182] En libro de bolsillo Dell, Nueva York, 1965.

achaca la sabiduría popular. Las presiones de los ovejeros promovieron en una ocasión la difusión de un veneno contra los coyotes, lo cual desembocó en una elevada mortandad de gran variedad de especies, hasta que una orden ejecutiva del presidente les puso fin en 1972. Sin embargo, la efectividad de esos programas de control contra el coyote es problemática ya que, a menudo se traducen en una población mayor de coyotes.

Un programa de control sensato consistiría en atacar al individuo depredador concreto, no en eliminar todos los coyotes de un área extensa. También conllevaría enseñar a los ganaderos y demás personas interesadas —especialmente a aquellos cuyos rebaños pacen en terrenos públicos, donde se supone que la preservación de la fauna es uno de sus «muchos usos»— que cierto nivel de depredación es un coste más del negocio con el que se debe contar. Existen muchas maneras de evitar la depredación del ganado sin tener que tratar de exterminar a los depredadores. Por ejemplo, mantener uno o dos perros guardianes en cada rebaño es un método simple y, al parecer, efectivo, ya que la sola presencia de esos perros suele ser suficiente para que el coyote desista de atacar el rebaño. Pero hoy día muchos ganaderos piensan que deberían tener la libertad de dejar pastar a sus rebaños sin protección de ningún tipo.[183]

La humanidad también ha tratado de exterminar las poblaciones y especies de herbívoros que atacan las plantas domésticas. Una fuente importante de mortalidad para el elefante africano han sido los programas de control instrumentados para evitar que importunen en las fincas. Con estos programas, se han exterminado poblaciones enteras de estos animales. Un gran animal de una isla superpoblada, el elefante de Ceilán, ha entrado en la categoría de especie amenazada por la caza deportiva y el control de los depredadores. Los daños ocasionados por los elefantes en las plantaciones llevaron al gobierno a

[183] Parte de la información sobre los coyotes procede de un seminario de R Cassin. Department of Biological Sciences, Stanford University, 5 de junio de 1980.

instituir un generoso programa en 1831. Un celebrado cazador del momento, el mayor Rogers, mató en poco tiempo mil cuatrocientos elefantes, y el número de muertes en general llegó a tal extremo que el gobierno tuvo que recortar la gratificación de diez a siete chelines para ahorrar dinero. Actualmente, el par de miles de elefantes que quedan en Sri Lanka dependen de unas pocas e inadecuadas reservas para sobrevivir, lo cual no parece probable dado el crecimiento de la población humana y el de la agricultura.[184]

En resumen, el *Homo sapiens* tiene tras de sí una larga historia de ataques a otras especies, algunos de los cuales han culminado en la extinción de las especies atacadas. El ser humano ha cazado para obtener alimento y otros productos durante milenios, y lo más probable es que, como mínimo, estas acciones contribuyeran a la extinción de muchos grandes mamíferos antes de producirse la revolución agrícola. También ha matado —y continúa matando— animales para prevenir ataques reales o imaginados contra su propia persona o contra sus animales y cultivos domésticos.

Así pues, las presiones directas contra otras especies son, evidentemente, un importante factor de extinción. No obstante, en animales como los grandes felinos, elefantes y rinocerontes, la presión de caza directa ha aumentado debido a la perturbación o destrucción del ecosistema en que vive el animal, su hábitat. De hecho, el método *indirecto* de destrucción del hábitat es, el medio más mortífero con que la humanidad ha contado para llevar a muchos seres vivos al límite de la extinción. Y es este ataque indirecto el que constituye la mayor amenaza para otras formas de vida futuras.

---

[184] La información sobre el elefante de Ceilán es de Simón y Géroudet. *Last Survivors*. op. cit., págs. 132-139.

7. PERJUICIO INDIRECTO

Las ballenas, los rinocerontes, los tigres y los elefantes constituyen la parte visible del iceberg. No obstante, de lo que hay que hablar en realidad es del empobrecimiento biológico del planeta.

RUSSELL TRAIN
Earth Day '80 Press Conferece.
Washington. D.C. 18 de enero de 1980

Uno de los paseos más bellos que puede realizarse en automóvil por Estados Unidos parte de la brumosa ciudad de Honolulú para dirigirse hacia el nordeste, en dirección a las escarpadas y verdes montañas de Koolau Range. Después de atravesar los túneles que horadan la cordillera, el panorama, con los soberbios acantilados desplomándose sobre el Pacífico, es espectacular. Separada de Kailua Bay por la península de Mokapu se encuentra Kaneohe Bay, lugar donde está instalado el Marine Laboratory de la Universidad de Hawái. En otro tiempo prácticamente toda Kaneohe Bay constituía una maravillosa ciudad de coral en la que sus habitantes únicamente pescaban y comían los peces papagayo y otros habitantes del arrecife. Asimismo, se desarrolló una pequeña pero próspera industria local cuya función consistía en transportar a los turistas en botes de fondo de vidrio para que pudieran contemplar los jardines coralinos y sus llamativos peces.

Aunque la fauna piscícola hawaiana que se desarrolla en los arrecifes no es tan rara como la de la Gran Barrera Coralina Australiana posee una gran variedad y muchos de sus integrantes son excepcionalmente bellos. En un trabajo acerca de los peces mariposa de Hawái, se señalaba cómo a menudo los cardúmenes comían el plancton de las aguas someras, lejos de la protección del coral. Tal comportamiento no se da sin embargo

en las aguas australianas. Esta costumbre de alimentarse del plancton es específica de los peces damisela y ha sido observada, ocasionalmente en una sola especie de pez mariposa, que acostumbra a permanecer cerca del arrecife. En las aguas que rodean Hawái existen muchos menos peces damisela que en la Gran Barrera, por lo que, al carecer de competencia con estas últimas, los peces mariposa suben a la superficie. El resultado es, a menudo, un espectáculo abigarrado y deslumbrante. En el cráter de Molokini, un cono volcánico semisumergido en la costa sudoriental de Maui, se han podido fotografiar a menudo cardúmenes del pez mariposa amarillo de un brillante color limón que contrastaban fuertemente con el fondo azul oscuro de las cristalinas aguas del océano. Afortunadamente, Molokini es una reserva marina alejada de los centros de crecimiento de la población urbana y de desarrollo incontrolado que tanto han castigado la belleza de Hawái.

Por el contrario, Kaneohe Bay no fue tan afortunada. A medida que la población se congregaba en Oahu, la hasta entonces plácida ciudad de Kaneohe se fue convirtiendo en un verdadero suburbio. Hileras de casas se fueron construyendo en las colinas de forma ascendente y continuada tras la estela de las orugas mecánicas que retiraban la vegetación. Replantar la vegetación como único sistema de controlar la erosión producida por este fenómeno quedaba lejos de las mentes de los promotores de dichas construcciones y las leyes que obligan a ello no se aplicaron en su momento. Así que, mientras Kaneohe crecía también crecían las aguas residuales que este nuevo núcleo de población producía.

En Hawái, al igual que en otras muchas áreas tropicales, llueve mucho y el agua suele caer en forma de chaparrones. La caída de los aguaceros sobre las urbanizaciones que circundan Kaneohe Bay producía torrentes de barro arrancado de las peladas colinas cuyas aguas cargadas de aluvión vertían en la bahía. De este modo, los corales se vieron inundados no sólo

por enormes cantidades de aluviones sino también por un aumento del volumen de los albañales descargados en las aguas de Kaneohe.

Los corales no pueden sobrevivir si están cubiertos de suciedad, puesto que sus delicados tentáculos deben permanecer libres para capturar los pequeños animales de los que se alimentan, de la misma manera que la luz debe poder llegar a las algas que viven en su interior para hacer posible la fotosíntesis. Los corales tienen sus propios mecanismos de limpieza, pero éstos resultaron inadecuados frente al ataque negligente perpetrado por la población de la orilla de Kaneohe Bay. Los jardines de coral de buena parte de la bahía murieron, con lo cual la gran diversidad de vida, la gran belleza y los peces comestibles desaparecieron. La bahía se convirtió en un cementerio de coral ocupado por organismos «basureros» y en especial por hordas de las tan poco atractivas holoturias o pepinos de mar, notables por su capacidad para resistir un alto grado de polución.[185]

Hawái presenta otros muchos ejemplos de los que se encuentran en un libro de texto acerca del impacto indirecto de la actividad humana sobre la diversidad orgánica. Por ejemplo, de las sesenta y ocho especies de aves exclusivas de las islas Hawái que existían cuando llegaron los europeos por vez primera, cuarenta y una se hallan en la actualidad extintas o virtualmente extintas.[186] En concreto una familia entera de aves, la de las trepadoras de Hawái, ha sufrido en gran manera este impacto. Una dejas principales causas de esas extinciones ha sido la deforestación. Áreas enormes, entre las cuales se encuentra prácticamente toda la isla de Lanai, han sido despejadas por completo para introducir campos de caña de azúcar, cultivos de piña, e incluso ciudades y servicios urbanos.

---

[185] La historia de la destrucción de Kaneohe Bay es narrada dramáticamente en el film *Cloud Over the Coral Reef* de Lee Tepley y R. E. Johannes.

[186] Un resumen de la situación es la avifauna de Hawái puede encontrarse en la obra de Halliday *Vanishing Birds: Their Natural History and Conservaron*, Holt, Rinehart and Winston, Nueva York, 1978.

Y al igual que las biotas de otras muchas islas, las de Hawái han demostrado ser extremadamente vulnerables a los organismos importados. La extinción de plantas y animales en Hawái es más numerosa que la de toda Norteamérica. Los animales domesticados, como vacas, cabras y cerdos, han causado estragos en la vegetación de las islas. Del mismo modo, las ratas fueron introducidas de forma accidental y atacaron tanto a las aves que criaban en el suelo como a las que lo hacían en los árboles. Las mangostas, importadas para controlar las ratas añadieron con entusiasmo los pájaros a su dieta. Incluso varios pájaros exóticos como el gorrión han sido introducidos convirtiéndose en competidores de los pájaros nativos.

Por si todas estas amenazas no fueran suficientes la introducción accidental en 1826 de un mosquito contribuyó en gran medida a diezmar la ornitofauna de Hawái. Habitante de las zonas bajas, el mosquito es portador de enfermedades contra las que las aves nativas no presentan resistencia. Su introducción condujo a la extinción de varias especies y a la restricción de otras a altitudes del orden de los dos mil pies, una altura en la que el mosquito ya no puede vivir.

No obstante, el destino de las aves de Hawái ilustra un importante punto a considerar. Ninguna de estas aves ha sido sobreexplotada por constituir una fuente de alimentación, ni por sus bellas plumas o por su uso en el laboratorio, ni siquiera por sus cualidades afrodisíacas. De manera similar, los peces que viven en los arrecifes de Kaneohe Bay no fueron diezmados por pescadores hambrientos o recolectores profesionales para su venta a acuarios de agua salada. A pesar de que muchas plantas y animales han sido conducidas a situaciones desesperadas o a la extinción total por actos deliberados de explotación humana, tales actos no constituyen la peor amenaza para la diversidad orgánica. El principal factor de empobrecimiento de las biotas de la Tierra lo constituye el perjuicio provocado de manera inconsciente, y las consecuencias de los actos humanos no directamente dirigidos a dañar los organismos.

La ignorancia, incluso la de aquellos que deberían estar mejor informados constituye una amenaza mucho mayor de destrucción de hábitats que el daño que produce la sobreexplotación. Se trata simplemente del desconocimiento de los principios básicos de la ecología y por ende de las varias formas en que las poblaciones y las especies pueden verse perjudicadas por cambios en su ambiente. Son estos diversos, y a menudo tortuosos mecanismos, de ordinario no intencionados, el núcleo del tema que se tratará a continuación.

ASFALTADO

«Woodside se acabó. Esto es la última muestra de algo que no volveremos a ver.» Stuart Weiss, uno de los graduados por Stanford en nuestro grupo de investigación estaba desanimado. Era el 9 de abril de 1980 y acababa de contemplar personalmente como las orugas mecánicas destruían el hábitat de las poblaciones de la mariposa ajedrezada *Euphydrias editha* que nuestro grupo había estado estudiando durante veinte años. No se trataba únicamente de la pérdida de una importante población de animales de experimentación que, por supuesto, era perjudicial, sino también la dificultad en los intentos de comprender determinados aspectos como, por ejemplo, la manera de proteger los cultivos de los insectos sin un uso indiscriminado de pesticidas.

La tristeza venía causada también por la oportunidad de observar en directo un proceso irreversible que se produce de forma continuada en el planeta: la exterminación de multitud de poblaciones por medio del asfaltado de sus hábitats. A medida que las orugas mecánicas desmontaban la localidad de Woodside, resultaba evidente que muchas poblaciones de insectos, ácaros, hierbas y otros organismos, que habían hecho su hogar de aquel pedazo de pradera de serpentina iban a ser sustituidos por el *Homo sapiens.*

En la península de San Francisco los suelos de serpentina se localizan en áreas a modo de islas. Se trata de un tipo de

suelo inusualmente pobre en nutrientes, por lo cual soporta una flora y una fauna igualmente inusuales. La destrucción de una de aquellas «islas» reducía las probabilidades de que las peculiares plantas y animales de la serpentina se mantuvieran, puesto que las «islas» de serpentina son más bien pequeñas y las poblaciones que soportan están sujetas a extinciones fortuitas de forma ocasional. Cuando esto sucede tales poblaciones pueden restablecerse mediante la migración de organismos procedentes de otras áreas de serpentina. Pero, a medida que el número de dichas áreas se reduce, también se reduce la probabilidad de que tales migraciones tengan éxito y la posibilidad de extinción en el conjunto de la zona aumenta.

Tres subespecies de la mariposa ajedrezada de Edith *Euphydrias editha* viven en la bahía de San Francisco. La subespecie *baroni* en la parte norte y la subespecie *luestherae* al sur y al este, en donde habitan en poblaciones colgantes bien establecidas sobre las laderas cubiertas de chaparral. La metrópolis de la tercera subespecie, *bayensis*, es la península de San Francisco, una de las zonas más bonitas de Estados Unidos y un lugar bastante agradable todavía para vivir.

Después de la Segunda Guerra Mundial muchos soldados americanos que retornaban a Estados Unidos procedentes del teatro de operaciones del Pacífico no encontraron ninguna razón para prolongar su vuelta a casa más allá de la ciudad del Golden Gate. Se iniciaba así el boom de la construcción y del aumento espectacular de la población de la Bay Area. Una tras otra, las islas de serpentina desaparecían bajo las viviendas y los centros comerciales, con lo que las poblaciones de la mariposa ajedrezada de Edith empezaron a desaparecer.

Nuestro grupo de trabajo empezó a estudiar las poblaciones de dicha mariposa ajedrezada de Edith en 1960. La especie resultó ser una herramienta casi ideal para investigar numerosos aspectos vinculados a la biología, por lo que las investigaciones llevadas a cabo con este organismo durante dos décadas han aportado luz acerca de importantes principios que abarcan desde la forma en que las plantas producen todas sus sustancias

químicas hasta el modo más eficaz de tratar las dimensiones de las poblaciones de animales útiles o dañinos. Las colonias de la subespecie *bayensis* constituyen en la actualidad las poblaciones naturales mejor conocidas de cualquier invertebrado, y probablemente lo sean también de entre todos los organismos no humanos.[187]

Por diversas razones, las mariposas constituyen organismos muy adecuados para estudiar la dinámica y los problemas evolutivos de las poblaciones, ya que presentan ciclos biológicos cortos y, a menudo, forman grandes poblaciones. Además, muchas especies son fácilmente identificables, incluso en vuelo. En consecuencia, en décadas recientes las mariposas han sido objeto de más y más estudios de importancia relativos a la ecología y a la evolución de sus poblaciones naturales.[188] El gran naturalista Henry Walter Bates, había escrito de forma profética en 1864, justo cinco años después de la publicación del *Origen de las especies*: «En la medida en que las leyes de la naturaleza sean las mismas para todos los seres, las conclusiones obtenidas a partir de este grupo de insectos serán aplicables a todo el mundo orgánico; en consecuencia, el estudio de las mariposas —criaturas seleccionadas como paradigma de ligereza y frivolidad— en lugar de ser algo despreciable, será considerado algún día como una de las ramas más importantes de la ciencia biológica.»[189]

Por lo tanto, es decepcionante observar esta amenaza al sistema experimental en el que numerosos estudiantes y colegas han puesto tanto esfuerzo y del cual tanto se ha aprendido. El

---

[187] Por ejemplo, P. Ehrlich, R. White, M. Singer, S. McKechnie y L. Gilbert, «Checkerspot butterflies: An historical perspective», *Science* 188:221-228, 1975; P. Ehrlich, I. Brown, D. Murphy, C. Sherwood. M. Singer y R. White, «Increase stability and extinction»: The response of checkerspot butterfly *(Euphydryas)* populations in the California drough», *Oecologia* 46:101-105, 1980.

[188] Véase, por ejemplo, L. Gilbert y M. Singer, «Butterfly Ecology». *Annual Review of Ecology and Systematics* 6:365-397, 1975.

[189] *The Naturalist on the River Amazon.* J. M. Dent, Londres, 1864. (Existe una traducción en castellano: El *naturalista por el Amazonas*. Ed. Laertes).

caso de las poblaciones de *Euphydrias editha bayensis* constituye, asimismo, un símbolo de todos aquellos procesos anónimos de extinción de millones de poblaciones como consecuencia de la expansión urbana. Normalmente, la pérdida de tales poblaciones no adquiere resonancia puesto que la mayoría de las víctimas, como, por ejemplo, bacterias, plantas herbáceas, gusanos, ácaros, insectos, ranas, lagartijas, pequeños mamíferos y otras formas parecidas, se cuentan entre los elementos más anodinos de nuestra cápsula espacial.

Las mariposas juegan un papel único como indicadoras de pérdidas entre los organismos poco conspicuos ya que, por un lado tienden a presentar estructuras poblacionales bastante ajustadas, con movimientos relativamente limitados, y por otro constituyen el grupo de insectos favorito de un gran grupo de naturalistas amateurs que siguen la pista, la localización y el status de muchas de sus poblaciones.

Las mariposas están en recesión en los países desarrollados. Ya en 1880 el ninfálido *Cercyonis sthenele* desapareció bajo la presión del crecimiento de la ciudad de San Francisco, mientras que en 1943 se recolectaron los últimos ejemplares del licénido *Glaucopsyche xerces*, que se extinguió también por aquel entonces como consecuencia del crecimiento de San Francisco sobre las dunas arenosas. Esta mariposa es recordada en el nombre de la Xerces Society, una organización dedicada a la conservación de insectos y otros invertebrados en peligro.

Hace algunos años, en el Departamento de Insectos y Arañas del American Museum of Natural History, en Nueva York, existía un mapa de los lugares de caza de mariposas favoritos del conocido coleccionista californiano de principios del siglo XX, J. D. Gunder. Casi todos aquellos lugares estaban localizados en la cuenca de Los Angeles, y actualmente se encuentran sepultados por el cemento. Durante los últimos años de la década de los cuarenta y principios de los cincuenta, cuando Paul cazaba mariposas en Nueva Jersey, de sus lugares de caza favoritos éstas fueron desapareciendo, una tras otra a medida que se construían las urbanizaciones.

A lo largo de todo Estados Unidos las poblaciones de mariposas se ven amenazadas por el mismo fenómeno. En las zonas de gran crecimiento urbano, como, por ejemplo al sur de Florida, la vistosa *Eumaeus atala*, un licénido de llamativa librea verde iridiscente se encuentra al borde de la extinción como consecuencia de la construcción de casas y hoteles. En Nueva York, el hábitat de la especie azulada de Karner cuyo nombre se debe a un famoso novelista, Vladimir Nabokov, que fue un coleccionista aficionado de mariposas, está amenazado por el proyecto de construcción de un centro comercial. Por su parte el área actual de distribución de la pequeña azulada del Segundo, que antaño ocupaba treinta y siete millas cuadradas de colinas arenosas a lo largo de la costa del Pacífico de Los Angeles County, se reduce a dos pequeñas manchas. Una de ellas, de unos dos acres de extensión, se encuentra rodeada por asfalto, tanques de petróleo y laboratorios de investigación de la refinería de la Standard Oil que ha vallado la minúscula isla de hábitat en un intento de salvar la población de la mariposa. La otra mancha, algo más grande, se encuentra al oeste del aeropuerto internacional de Los Angeles.

La acción protectora de la Standard Oil de California se realizó en respuesta a las iniciativas de la Xerces Society. La firma no sólo ha levantado la valla que circunda el terreno sino que ha eliminado una preexistente planta de hielo que ponía en peligro el crecimiento de la planta nutricia de las orugas de la azulada del Segundo. La Standard Oil ha prometido vigilar el lugar, expulsando a los intrusos y permitiendo el acceso a los investigadores. El comportamiento de esta empresa gigante del mundo de los negocios en ayuda de una diminuta mariposa es, en palabras del biólogo Robert Pyle (fundador de la Xerces Society) «un hito importante en la conservación de los recursos naturales americanos».[190]

---

[190] R. M. Pyle, «Conservation of Lepidoptera in the United States», *Biological Conservation* 1:55-75, 1976. Parte de la información acerca de mariposas en peligro procede de esta obra.

Más al norte, a lo largo de la costa de San Bruno Mountain en la orilla sur de San Francisco, el destino de otras mariposas está actualmente amenazado como consecuencia de la expansión de los otros pobladores del área y la expansión de la ciudad (con obras de urbanización por un montante de 300 millones de dólares).[191] En Oregón, las praderas salinas litorales están siendo destruidas por el desarrollo urbanístico y junto con ellas desaparece una hermosa mariposa del tipo de las fritilarias. La fritilaria de Oregón tenía pocas probabilidades de sobrevivir frente a las presiones económicas para urbanizar la zona, pero, afortunadamente, el senador Mark Hatfield capitaneó el sentimiento público de preservar parte de los prados, por lo que la situación ha mejorado un poco.

Recuérdese sin embargo que las mariposas son únicamente indicadores de las pérdidas mucho más grandes que tienen lugar en las zonas urbanas. En general, la desaparición está directamente relacionada con la destrucción de las plantas por medio de sus orugas; en sus estadios juveniles las mariposas son muy particulares en sus dietas, mientras que los adultos tienen gustos mucho más usuales, libando el néctar de una gran variedad de flores. Las plantas no realizan un crecimiento normal bajo calles y bloques de apartamentos, por lo que las poblaciones vegetales sufren severamente en torno a las ciudades, aunque a menudo estas pérdidas pasan mucho más desapercibidas que las de sus plagas. Por ejemplo, en el área de San Francisco, otra bonita fritilaria se encuentra en su última fase de desarrollo en las mismas islas de serpentina que albergan también a la mariposa ajedrezada de Edith. Medio mundo más lejos, en la costa de la Crimea rusa, el pino de Stankevicz se ve amenazado por el mismo tipo de desarrollo que la fritilaria de

[191] L. Itow, «San Bruno and the butterfly bloc», *San Francisco Examiner*, 14 de mayo de 1980.

Oregón,[192] y en las antípodas, un pequeño eucaliptus, el eucaliptus «Plunkett mallee» está desapareciendo lentamente bajo la presión suburbial en Brisbane, Queensland, Australia.[193]

Urbanización

La urbanización avanza rápidamente en la mayor parte del mundo. Sólo una quinta parte de la población mundial vivía en áreas urbanas en 1925, mientras que dicha proporción aumentó hasta las dos quintas partes en 1975. Si continúa la misma progresión estos dos quintos se transformarán en dos tercios en ei año 2025. Esta evolución es todavía más rápida en aquellos países menos desarrollados en rápido crecimiento, donde las áreas urbanas crecen todavía más rápidamente que el nivel general de la población. Así, es probable que en el año 2025 exista una proporción urbanizada del 63% en el Lejano Oriente, un 85% en América latina y un 54% en África.[194] Sin embargo, en los países desarrollados la urbanización parece haberse equilibrado pero, con todo, debe calcularse una cifra en torno al 60%.

Estas cifras de urbanización tienen su lado positivo y su lado negativo. En su aspecto negativo resulta evidente que, a no ser que se tomen las medidas apropiadas para controlar el crecimiento suburbano, muchas otras poblaciones y especies serán literalmente asfaltadas en el próximo medio siglo. Especies como el gallo de las praderas, que habita en las proximidades del centro de crecimiento incontrolado de Houston, Te-

---

[192] Lyudmila Beloussova, «Endangered Plants of the USSR», *Biological Conservation* 12:1-11, 1977.

[193] G. Lucas y H. Synge, *The IUCN Plant Red Data Book*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Morges, Suiza, 1978, pág. 345.

[194] G. Lucas y H. Synge, *The IUCN Plant Red Data Book*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Morges, Suiza, 1978, pág. 345.

xas, serán sacrificadas a dicha expansión futura. La urbanización no destruye únicamente ecosistemas enteros sino que también tiende a darse en zonas biológica y agricultoramente muy productivas. Las áreas en las que configuran su hábitat las plantas y los animales son generalmente ricas en agua y tienen climas moderados. El hombre ha tendido también a erigir y fundar sus ciudades en tales zonas y, por tanto, el daño causado por la urbanización tiende a concentrarse en zonas ricas en especies vegetales y animales. En Estados Unidos unos tres millones de acres al año son destruidos como consecuencia del desarrollo urbano, o de la construcción de autopistas, aeropuertos y otros proyectos. Tanto las tierras que resultan adecuadas para la agricultura como las reservas de diversidad natural se ven mermadas por tales actividades, muchas de las cuales son totalmente innecesarias.

Desde el punto de vista de la botánica, una de las zonas más ricas en especies de todo el mundo es la provincia del Cabo, en Sudáfrica. Dicha nación presenta una explotación demográfica que aumenta su población en 60.000 individuos cada mes. A medida que su población aumenta su flora se reduce. Por ejemplo, las hermosas y brillantes flores del gladiolo dorado salpicaban antaño de color un valle y una colina cerca de la Ciudad del Cabo, pero se introdujo una especie de plantas extrañas para un proyecto cercano de corrección de dunas, que dio lugar a la eliminación de la población costera de gladiolos.

Muy pronto se inició el inevitable proyecto de edificación de viviendas, que asfaltó buena parte del resto del hábitat de la especie.

Las plantas que lograron sobrevivir quedaron confinadas a una franja de diez yardas de ancho por unas cuarenta de largo, rodeada y parcialmente invadida por los asfixiantes arbustos introducidos en las dunas; luego la introducción de orugas mecánicas para el enarenado de la zona casi exterminó por completo los gladiolos y los supervivientes se salvaron porque quedaron atrapados entre dos franjas rocosas. Finalmente, surgieron presiones para dotar de equipamientos a las viviendas: una

carretera, tres lugares de picnic, una piscina para niños, quioscos de hielo y puestos de bebidas. Por otro lado, los niños arrancaban las bonitas flores amarillas.

En 1979 había 113 plantas de gladiolo; en 1980 sólo quedaban[195], de las cuales únicamente dos llegaron a florecer: una de ellas fue arrancada, mientras la otra completó la floración y produjo dos semillas. El resto fue a parar al pisoteado suelo. Su destino es sombrío y por lo que respecta al futuro de la especie depende de los intentos de propagarla en «cautividad».[196]

El lado positivo de la urbanización es que, sin embargo, el área total del planeta ocupada por ciudades sigue siendo bastante pequeña. Por ejemplo, la superficie total dedicada a ciudades y autovías en Estados Unidos es sólo de alrededor de un 3% que supone algo más de la suma de las superficies dedicadas en dicho país a parques nacionales y reservas nacionales de vida salvaje. Incluso con un aumento sustancial de la urbanización o de actividades similares, como la construcción de autovías y aeropuertos, el tanto por ciento que representaría la superficie total no sería mucho mayor que la comentada.[197] Sin embargo, en las proximidades de las ciudades, ya sea en San Francisco o en la Ciudad del Cabo, las especies sufrirán inevitablemente.

El desarrollo no urbano también tiene sus efectos sobre las plantas y la vida salvaje. La red de carreteras que conecta zonas urbanas ejerce un grave impacto sobre los animales una vez finalizada su construcción, ya que las carreteras actúan como barreras al desplazamiento, fraccionando los rebaños de los grandes mamíferos o estorbando su capacidad para llevar a cabo las necesarias migraciones estacionales. Esta influencia

---

[195]ONU, Concise Report on the World Population Situaron. 1970-1975, and Its Long-Range Implications, Nueva York. 1974.

[196] La historia del gladiolo dorado está adaptada a partir de un texto que amablemente nos enviara el doctor Anthony V. Hall, Project Leader. Threatened Plants Research Group, Bolus Herbarium, Universidad de Ciudad del Cabo.

[197] P. R Ehrlich. A. H. Ehrlich y J. P. Holdren. *Ecoscience: Population, Resources and Environment,* W. H. Freeman. San Francisco, 1977, pág. 252.

es muy similar a la ejercida por el oleoducto de Alaska y su carretera asociada sobre los movimientos del caribú y otras formas de vida salvaje. Bajo la presión de los grupos ecologistas se introdujeron cambios en el trazado y en la construcción del oleoducto tendentes a reducir su impacto, cambios que la misma compañía petrolífera admite hoy que supusieron mejoras incluso desde su propio punto de vista. Sin embargo, las migraciones salvajes han sido afectadas, aunque no está claro que tales cambios sean necesariamente perjudiciales.

Los animales pequeños también pueden sufrir la fragmentación de sus poblaciones como consecuencia de la construcción de autovías, vías ferroviarias, canales, etc., que afectan a sus estructuras poblacionales y logran que las poblaciones remanentes, más pequeñas, se vean más expuestas a la extinción por azar. Un estudio reciente indica que una autopista de cuatro carriles puede suponer una barrera para el movimiento de los pequeños animales del bosque equivalente a un río de anchura doble.[198]

Las carreteras producen asimismo un daño inmediato en los animales de todos los tamaños que intentan cruzarlas. Las consecuencias globales de las muertes causadas por la construcción de carreteras son difíciles de establecer aunque se sabe que son graves para varias especies europeas de ranas, sapos y salamandras. Grandes cantidades de estos animales cruzan las carreteras del centro de Europa durante sus migraciones anuales de primavera cuando se dirigen a los lagos y arroyos en los que se reproducen. Al atravesarlas, son aplastados por millones. En algunos lugares se han levantado cercas para impedirles el paso hacia las carreteras, junto a las que se los recoge y se los transporta sanos y salvos hasta sus lugares de cría.

El problema es bien conocido por parte de las autoridades europeas implicadas en el transporte por carretera y en determinadas regiones se ha estudiado la conveniencia de canalizar

---

[198] D. J. Oxley y al., «The effects of roads on populations of small mammals», *Journal of Applied Ecology,* 11:51-59. 1974.

bajo las autopistas y de forma segura las hordas de anfibios saltarines y reptantes. Recientemente, la Asociación Suiza de Ingenieros Civiles ha publicado instrucciones detalladas para la construcción de pasos subterráneos para anfibios, lo que seguramente constituirá todo un hito en la historia de la conservación de la vida animal. De este dato se desprende que los suizos han aprendido a valorar sus poblaciones de anfibios, quizá por su belleza e interés intrínsecos, quizá por los cantos nupciales de las ranas (todo una marca de ley de la primavera), o quizá por el enorme volumen de mosquitos que ranas y sapos hacen desaparecer.[199]

AGRICULTURA: ARTIGAR Y LABRAR

El desarrollo y la expansión de la agricultura ha sido siempre, y continúa siendo, una fuente mucho más preocupante en cuanto a la destrucción de hábitats se refiere, que la constituida por la construcción de urbanizaciones. Por medio de la expansión agrícola, ecosistemas naturales completos son convertidos en cultivos de una o pocas plantas, de los cuales se procura excluir cualquier herbívoro. Por lo tanto, la diversidad de las poblaciones y de las especies se pierde automáticamente, y las plantas son, de ordinario, las primeras en desaparecer.

Cuando las selvas de Nueva Zelanda fueron taladas, en parte de cara a su aprovechamiento agrícola, la lorantácea de Adams, un arbusto parcialmente parásito que crece sobre la copa de los árboles, desapareció y probablemente murió. En Swazilandia, en Sudáfrica, una de las últimas poblaciones del hermoso lirio que recibe el poco atractivo nombre de *Kniphofia umbrina* fue sustituida por un cultivo de maíz. En 1978 sólo quedaban unos pocos millares de individuos, algunos en tierras que pronto fueron también cultivadas. En el Ecuador, el árbol

[199] Rene Honegger, «Unknown... unloved... threatened», *Naturopa*, n° 27. págs. 13-18, 1977.

de la caoba ha sido reducido a no más de una docena de individuos. Este valioso y rápido productor de madera ha sido exterminado como consecuencia de la tala de la selva tropical para introducir plantaciones de bananas y de aceite de palma. Del mismo modo, la tala para el cultivo de bananas ha tenido un impacto similar sobre la palmera de Vuleito en las Fiji.[200] Y cuando las especies de plantas desaparecen siempre les siguen necesariamente otros organismos.

Las mariposas como indicadores

Al igual que ocurre en las áreas urbanas las poblaciones y las especies de mariposas han sido diezmadas en las zonas agrícolas de todo el mundo. También en estos casos las mariposas pueden servir como los indicadores más llamativos de lo que sucede en otras especies menos conspicuas. La extinción de las mariposas puede atribuirse en alto grado a la destrucción de habitats en relación con la agricultura, básicamente en relación con la destrucción de las plantas de las que las mariposas dependen.

En 1966 visitamos las montañas de Nueva Guinea para estudiar las estrategias reproductoras de las mariposas, pero nos encontramos con que las regiones montañosas de Nueva Guinea, como Mount Hagen, estaban rodeadas de inmensas áreas taladas de cara a la explotación agrícola. Aunque recorrimos grandes distancias en Land-Rover fuimos incapaces de encontrar un lugar en donde no se hubiera desarrollado alguna de las escasas, pero muy difundidas, especies «de escarda», características de las zonas alteradas. Así pues, la agricultura ha desplazado miríadas de poblaciones de la rica fauna de mariposas de Nueva Guinea.

---

[200] Los datos vegetales de este párrafo proceden del *IUCN Plant Red Data Book.* págs. 317, 309. 253 y 413.

De modo similar, las mariposas del género *Heliconius* que hemos estudiado en Trinidad[201] están amenazadas por la agricultura. Estas mariposas viven en la vertiente selvática, supuestamente protegida, de las montañas septentrionales. A pesar de la protección, la gente talaba y quemaba la selva para aumentar las tierras cultivables.

No es preciso, sin embargo, acudir a las junglas de Trinidad o a las montañas de Papua en Nueva Guinea para encontrar mariposas en fase de exterminio o amenazadas por la agricultura. Por ejemplo, Inglaterra, conscientemente conservacionista, la mariposa azulada grande, que se alimenta sobre las flores del tomillo silvestre acaba de extinguirse. La desaparición de la azulada grande y en buena medida la de otro licénido, *Cyaniris semiargus*, que se extinguió en Inglaterra en la década de 1870, puede atribuirse principalmente a la roturación y arado de las praderas calizas que existían desde la Edad del Bronce. La población de mariposas fue fragmentada y dichos fragmentos sucumbieron uno tras otro en un proceso presumiblemente similar al que ahora amenaza a la mariposa ajedrezada de Edith. Las pocas áreas adecuadas que subsistieron quedaban demasiado alejadas como para hacer posible el restablecimiento después de las extinciones locales.[202]

Irónicamente, las últimas colonias de la azulada grande en Inglaterra sobrevivieron gracias a que la presión del pastoreo mantuvo un hábitat similar al de las áreas en las que la mariposa vivía en un origen; los campos con tomillo silvestre eran cuidados con esmero, estableciendo condiciones favorables para una especie de hormiga que «pastorea» las orugas. Existe una relación obligatoria entre la mariposa y las hormigas que la protegen ya que al comienzo de su desarrollo, las orugas, que son como pequeñas babosas, desarrollan glándulas melíferas,

---

[201] P. Ehrlich y L. Gilbert. «The populatjon structure and dynamics of a tropical butterfly *Heliconius ethilla*», *Biotropica*, 5:69-82, 1973.

[202] J. Muggleton y B. Benham, «Isolation and the decline of the Large Blue butterfly *(Maculinea arion)* in Great Britain», *Biological Conservador* 7:119-128, 1975.

y cuando las hormigas aprietan a las orugas con sus patas y antenas aquellas glándulas secretan gotitas de un líquido azucarado que es muy apetecido por las hormigas. Sin embargo, las orugas no sólo comen tomillo, sino que se comen las unas a las otras, es decir, el canibalismo en esta especie es frecuente y las orugas grandes se comen a las chicas.

Cuando las orugas han alcanzado el quinto y último estadio en su desarrollo,[203] las hormigas las retiran del tomillo en el que se encuentran y las llevan a sus hormigueros, donde viven como parásitos sociales. En esta fase, las mariposas azuladas se parecen en el color, el tamaño y la textura a las crías de las hormigas y manifiestan buena parte de la conducta pedigüeña de aquéllas, ya que desarrollan una respuesta alimentaria en las hormigas obreras que son las encargadas de alimentar a las crías. Eventualmente la oruga muda en una crisálida (pupa), un estadio de reposo del ciclo biológico en la que la estructura vermiforme de la oruga se transforma en una delicada y bonita mariposa. Cuando la transformación se ha completado la mariposa emerge, abandona el hormiguero, estira y seca sus alas y vuela para aparearse.[204]

La actividad de pastoreo que favorece a las hormigas procede de las ovejas y conejos, aunque las circunstancias económicas hicieron desaconsejable el pastoreo de ovejas en las últimas áreas ocupadas por la azulada grande hasta el punto de retirar las ovejas. Cuando la enfermedad infecciosa de la mixomatosis diezmó las poblaciones de conejos, el resultado fue el crecimiento de las plantas que redujo la población de hormigas por debajo del nivel que podía soportar la mariposa y ésta desapareció de la fauna inglesa.[205] La especie, sin embargo está ampliamente distribuida en Europa Central, donde se cree que

---

[203] Para los detalles sobre el desarrollo de la oruga véase Daly, Doyen y Ehrlich, *introduction to lnsect Biology and Diversity*. McGraw-Hill, Nueva York, 1978.

[204] El ciclo de *Maculinea* está tomado de E. B. Ford, *Butterflies,* Collins, Londres, 1945; y de T. C. Emmel, *Butterflies,* Knopf, Nueva York, 1975.

[205] D. Ratcliffe, «The end of the Large Blue butterfly», *New Scientist,* 8 de noviembre de 1979.

persistirá como un dramático ejemplo de las complejas interacciones que a menudo son necesarias para mantener nuestro lugar en el espacio. Gran Bretaña, por su parte, ha perdido una de sus cincuenta y cinco especies residentes de mariposas, entre ellas una de las más hermosas. La situación es bastante trágica puesto que treinta y una de las restantes cincuenta y cuatro especies han disminuido significativamente durante las dos últimas décadas, dato que muestra el deterioro general del ambiente en las islas.[206]

Pérdidas vegetales

Cuando la humanidad inició la revolución agrícola hace diez mil años emprendió asimismo una carnicería de la flora natural de la Tierra que aún continúa hoy día. Innumerables millones de poblaciones vegetales, así como innumerables especies de plantas han sido artigadas y engullidas por los herbívoros domésticos. La gravedad de esta pérdida de vegetales se ve considerablemente multiplicada por la posición fundamental que ocupan las plantas en las cadenas alimentarias. Peter H. Raven, director del Missouri Botanical Garden y destacado científico vegetal ha calculado que debido a los hábitos alimentarios especializados de muchos organismos que atacan a las plantas, cada especie vegetal que se extingue se lleva consigo entre diez y treinta especies de otros organismos. Tal como él ha escrito «la diversidad de las plantas es el factor subyacente que controla la diversidad de los demás organismos y, con ello, la estabilidad del ecosistema mundial. Solamente por eso, la conservación del mundo vegetal es en definitiva cuestión de supervivencia para la raza humana.»[207]

Que la agricultura constituye una causa radical de extinción de enormes cantidades de poblaciones y especies vegetales es

---

[206] Provisional Atlas of British Butterflies, citado en ibíd.

[207] «Ethics and attitudes», en J. B. Simmons y al., *Conservador of Threatened Plants*. Plenum, Nueva York, 1978.

una cuestión obvia. En la provincia del Cabo, en Sudáfrica, por ejemplo, las plantas nativas han sido fuertemente presionadas tanto por la agricultura intensiva como por la expansión urbana. Una de las maravillas del mundo, la rica flora del Cabo puede enorgullecerse de albergar más de 6.000 tipos de plantas y, entre ellas, más de 600 especies de bellos brezos, raros proteos gigantes, lobeliáceas bulbosas y maravillosas orquídeas. Sin embargo, el extremo sur de África ostenta también un récord mundial por lo que respecta a plantas amenazadas. De la gran flora del Cabo, más de 1.200 especies están en peligro, varios cientos de las cuales están al borde de la extinción y 36 de ellas se han extinguido por completo.

Los cambios climáticos naturales proporcionan los medios necesarios para tales pérdidas masivas de vida vegetal. Durante la mayor parte de los últimos dos millones de años, el Cabo ha sido un lugar fresco y húmedo, drenado por tormentas que en la actualidad han migrado más al sur. Este desplazamiento meridional de las borrascas parece tener lugar durante períodos de 5.000 a 15.000 años cada, aproximadamente, 100.000 años. En la actualidad, el Cabo se halla en uno de tales períodos de calor y sequía estivales de unos 10.000 años de duración.

Anteriormente las plantas adaptadas al frío y a la humedad sobrevivían bien a los períodos de calor y sequía retrayéndose hacia las brumosas cimas de las montañas y los valles húmedos, en espera de la desaparición de las condiciones desfavorables. Probablemente, el aislamiento periódico en tales refugios haya sido el responsable de los brotes de especiación que han originado la gran diversidad de especies. Sin embargo, la situación ha cambiado muy rápidamente en cuanto a escala evolutiva se refiere, ya que más del 60% del área antiguamente ocupada por la flora del Cabo ha pasado a serlo por granjas, plantaciones, represas, ciudades, carreteras y toda la parafernalia necesaria para sostener la expansión de las poblaciones del *Homo sapiens*. Por su parte las áreas relativamente naturales que todavía subsisten son asediadas por el pastoreo, los fre-

cuentes incendios y la usurpación del terreno por semillas exóticas. Y, por si esto no fuera suficiente, el Cabo mantiene una industria de exportación de flor cortada que extrae unos 4 millones de dólares de su cifra de negocios (un 80%) directamente de la flora silvestre.[208]

Como ejemplo de las consecuencias de la presión agrícola sobre la flora del Cabo se puede considerar el brezo de flor de jazmín que sobrevive únicamente en un par de acres cercados y rodeados de explotaciones agrícolas que se incendian a menudo. Su supervivencia depende, básicamente, de otros organismos y, en este caso, de los insectos polinizadores.[209] Este ejemplo es equivalente al que tiene lugar en las praderas del gladiolo dorado y junto con él simbolizan los efectos del asfaltado y del artigueo sobre la flora del Cabo.

El pastoreo por parte de los animales domesticados es un aspecto de la agricultura que amenaza las poblaciones vegetales en todas partes y junto con ellas a los herbívoros que de ellas dependen. Así, por ejemplo, una orquídea rusa figura en las listas de plantas amenazadas porque el ganado vacuno la come al tiempo que compacta el suelo impidiendo que crezca en él.[210] Ocurre lo mismo en Suiza con el ganado vacuno y un pariente alpino de las margaritas.[211] En las Islas Baleares una magnífica peonía de gran valor en horticultura, cuyas raíces pueden tener aplicación medicinal en el tratamiento de la epilepsia, es devorada por las cabras.[212] En el Cuerpo de África, la euforbia del Camerún está virtualmente extinguida como consecuencia del sobrepastoreo; cuando ello suceda, el mundo

---

[208] Estamos en deuda con el doctor Anthony V. Hall. Project Leader, Threatened Plants Research Group, Bolus Herbarium, Universidad de Ciudad del Cabo, por habernos mandado la descripción de la flora del Cabo en la que está basada esta narración.

[209] *IUCN Bulletin*, febrero de 1979.

[210] Beloussova, op. cit.

[211] IUCN Plant Red Data Book, pág. 147.

[212] IUCN Bulletin, óp. cit.

habrá perdido un valioso y suculento alimento almacenable en los países áridos. Por su parte, en Nueva Zelanda, el bonito ranúnculo godleyano está siendo destruido por la introducción en los pastos de nuevos animales, en particular de los rebecos.[213]

Todos los ejemplos anteriores, sin embargo, no forman siquiera la punta del iceberg. La mayor parte de la cuenca del mediterráneo es ya un «chivo expiatorio» muy desprovisto de su vegetación nativa por siglos de deforestación y sobrepastoreo. Actualmente, en el medio oeste de Estados Unidos las pocas comunidades vegetales propias de la pradera originaria ocupan únicamente pequeños enclaves amenazados, mientras que en las sobrepastoreadas colinas del California's Inner Coast Range, al este de Oakland, casi todas las plantas visibles son plantadas mediante semillas. La flora de California ha sufrido tales cambios como consecuencia del pastoreo del vacuno y la competición frente a las especies mediterráneas introducidas por los españoles, que los botánicos actuales no están muy seguros de cual debió ser su aspecto original. La flora china originaria ya quedó tan reducida por el desarrollo agrícola cincuenta años atrás que cuando el famoso entomólogo Gordon Flod Ferris investigaba los insectos del grupo de las cochinillas y sus plantas plantas huésped su labor se vio virtualmente confinada al estudio de algunos tableros acotados en los que persistían unos pocos ejemplares extraviados de plantas otrora abundantes. La mayor parte de la flora australiana nativa ha desaparecido engullida por las ovejas que han llevado a buena parte de aquel continente a una degradación general y a una pérdida de su valor económico.[214]

Sin embargo, el iceberg real lo constituye la destrucción de la diversidad vegetal en los trópicos, especialmente en las pluvisilvas tropicales. Debe tenerse en cuenta que, probablemente,

---

[213] La información sobre la euforbia es del *IUCN Plant Red Data Book*, págs. 211 y 475.

[214] J. S. Turner, «The decline of Plants», en A. J. Marshall, ed., *The Great Exterminadon: A Guide to Anglo-Australian Cupidity. Wickedness and Waste*, Heinemann, Londres, 1966, págs. 134-155.

exista *por lo menos el doble* de especies en los trópicos que en las regiones templadas, a pesar de que la superficie terrestre de los trópicos sea mucho menor. Un acre de selva tropical virgen, por ejemplo, puede contener un centenar de especies de árboles, por hablar solamente de este tipo de plantas. Las presiones agrícolas, generadas por el crecimiento de la población local y por las demandas generalizadas de los países ricos son las principales causas de que tantas especies estén siendo exterminadas a un ritmo tan trepidante.

Algunos habitantes de los países de las zonas templadas tienen la oportunidad, el interés y el conocimiento suficiente para preocuparse de la situación del gladiolo dorado, pero los empobrecidos habitantes de los trópicos generalmente no pueden hacer lo mismo. En consecuencia, los ecologistas de las zonas templadas tienden a implicarse en combativas acciones de retaguardia a propósito de unas pocas y prominentes especies y poblaciones amenazadas en sus países, mientras que el grueso del tesoro que alberga la tierra es saqueado al por mayor.

Pérdidas animales

Es evidente que el avance de la agricultura sobre todo el planeta ha afectado también a la distribución y a la abundancia de especies animales a lo largo de vastos territorios. Por ejemplo, muchas poblaciones vegetales han desaparecido simplemente de forma anónima e incluso se carece de lista alguna de los animales de los ricos valles del Tigris y del Éufrates que fueran destruidos por la agricultura milenios atrás. La inmensa mayoría de los animales, desde el ciervo wapití hasta la serpiente de látigo de San Joaquín y los insectos que antaño prosperaban en el Central Valley de California han desaparecido desde que se convirtiera en una de las más ricas —y más castigadas por el uso de pesticidas— zonas agrícolas de la nación. El sobrepastoreo y la adecuación de las tierras para el cultivo de hortalizas y de algodón en Arizona están ayudando a con-

ducir el grotesco y fascinante monstruo de Gila a la autodestrucción. Al otro lado del Pacífico, en una pequeña isla japonesa, no lejos de Okinawa, el sin par gato de Iriomoto está siendo expulsado por los agricultores, ya que la selva subtropical que es el hábitat de este pequeño gato, descubierto y bautizado por primera vez en los años sesenta, está siendo talada para dar paso a cultivos de piña americana y caña de azúcar, entre otros. Los intentos conservacionistas del gobierno japonés son inadecuados, y es posible que el gato Iriomoto constituya un récord en el mundo de los mamíferos debido a su extinción menos de cuarenta años después de haber sido descubierto.[215]

En la medida que la población humana continúa aumentando sin cesar, el proceso de conversión de diferentes terrenos a la agricultura se impone. En cualquier lugar del mundo más y más tierras marginales son sometidas a cultivo, con una continua pérdida de diversidad animal y vegetal. De nuevo, el problema resulta especialmente grave en los países tropicales menos desarrollados que poseen tanto las poblaciones humanas de crecimiento más rápido como las reservas más ricas de especies animales y vegetales.

Kenia ejemplifica este proceso a una velocidad de disparo de flash. La tasa de crecimiento de su población, merced al éxito de las medidas de higiene públicas y al fracaso de sus programas de planificación familiar, es la más alta jamás conocida. Con una tasa de sólo un 4% —tasa que puede alcanzar niveles más altos— la población de Kenia se doblará, de 16 a 32 millones, en unos 17 años (a no ser que se produzca un milagro de control de natalidad, lo que parece improbable, o un aumento catastrófico de la mortalidad, lo que desafortunadamente es mucho más probable). Esta tasa sin precedentes de crecimiento afectará sin duda los recursos del país, incluyendo

[215] La información sobre el monstruo de Gila y el gato de Iriomoto procede del *IUCN Red Data Book* de 1975 y 1978.

la vida salvaje, que obtiene del turismo la mayor parte de los ingresos de su balanza comercial.[216]

La economía de Kenia no puede soportar la fuerte inmigración de su población hacia las ciudades. Dotada de un clima árido y con menos de un 10% de su superficie dedicada a cultivos, su producción alimenticia está descendiendo. Esto significa que cada vez recaerá una presión mayor sobre las tierras marginales y submarginales, áreas que son especialmente vulnerables a daños irreversibles, tanto para cultivo como pastoreo. Las reservas de caza de Kenia, que ocupan precisamente dichas zonas, están ya severamente amenazadas. Existen demandas, por ejemplo, que postulan la devolución de fragmentos del Tsavo National Park a aldeanos sin tierras.

Es de esperar que proyectos como la reserva David Hopcraft puedan proteger y preservar por lo menos parte de la espectacular diversidad de antílopes existentes en Kenia. Aunque los elefantes, hipopótamos, rinocerontes, búfalos y jirafas existentes en aquel país no están amenazados, quizá se hayan extinguido todos antes del año 2.000 como consecuencia de la expansión de las áreas cultivadas. Y si las tendencias demográficas de Kenia se consideran como un diagnóstico para el futuro de toda el África subsahariana, entonces la humanidad debería despedirse de todas aquellas especies a principios del siglo XXI y con ellas de todos los valores económicos, recreativos, ecológicos, estéticos y compasivos que ellas implican. África, en donde hasta hace muy poco la presión demográfica era menos severa que en muchos otros lugares del mundo, parece condenada a ir desde la pobreza a la esperanza y de ésta de vuelta directamente a la pobreza.

---

[216] La información de Kenia es de Norman Myers, «Kenya's Population: 4 percent growth rate», manuscrito, 1980.

Desertización

La desertización, una de las más serias formas de destrucción de hábitats, como ya se ha visto, va a menudo asociada con el sobrepastoreo. La cantidad de desierto en el mundo crece rápidamente con los años. Alrededor del 6% de la tierra firme no cubierta por los hielos es un desierto estéril mientras que otro 28% tiene un riesgo moderado o a menudo elevado de convertirse en desierto. Estas cifras significan que algo más de una tercera parte de la superficie emergida del planeta no cubierta por el hielo puede transformarse en un desierto y es fácil imaginarse el impacto sobre la diversidad biótica que tendría el hecho de que la actual área ocupada por desiertos se viera quintuplicada.[217]

En muchas zonas, la desertización avanza de una forma muy rápida, y se calcula que en el mundo entero cada año un área equivalente al tamaño de dos veces la zona de Bélgica se convierte en desierto. En el margen meridional del Sahara, en la zona del Sudán, por ejemplo, el límite del desierto se ha desplazado más de sesenta millas hacia el sur en los últimos diecisiete años.

La amenaza final, en los márgenes del desierto, la constituye a menudo la destrucción de los escasos árboles y arbustos supervivientes en la búsqueda desesperada de leña por parte de sus habitantes. Probablemente haya sucumbido una gran cantidad de veces el último representante de una especie o población vegetal en una pira en la que un hambriento nómada cocía su pobre alimento. Cocer la comida es esencial desde luego, pero las circunstancias son trágicas tanto para los habitantes como para la tierra en la que habitan. Por ejemplo, una de las especies vegetales utilizadas como leña por parte de los tuareg durante la última sequía del Sahel es el olivo de Lapérrine, que puede

[217] *IUCN Bulletin*, agosto/septiembre 1977; *United Nations Conference on Desertification*, varias publicaciones, ONU, Nueva York, 1977 y 1978.

constituir una importante fuente genética de mejora del olivo comercial.[218]

No es preciso, sin embargo, atravesar el norte de África o el densamente poblado desierto indio del Rajasthan para contemplar el impacto de la desertización de grandes áreas sobre determinadas especies. Buena parte del oeste de Estados Unidos está sometido a sobrepastoreo, por lo que es, en su mayoría, árido o semiárido. Una parte considerable de la tierra se ha convertido ya en un desierto, en parte como consecuencia de los rebaños Navajos, mucho antes que los colonos europeos empezaran a desempeñar un papel importante, y en la actualidad los síntomas se acentúan. Por otra parte, el pastoreo convenientemente aplicado es uno de los usos más sensatos y uno de los menos destructivos para las demás especies, aunque el problema reside en asegurarle un buen tratamiento. El predominio de especies vegetales indeseables, la erosión y la disminución de las lluvias y de los nutrientes del suelo son comunes en aquellos lugares en los que el pastoreo ha sido mal aplicado.[219] La búsqueda de agua para el suministro de la agricultura y de la población en las zonas densamente pobladas del sudoeste de Estados Unidos ha tenido como consecuencia la deshidratación de algunos arroyos y ríos, mientras que muchos otros se han visto afectados o canalizados.

La sobrepoblación, por supuesto, no es meramente una cuestión de demasiadas personas por unidad de espacio, punto de vista adoptado a menudo por políticos y promotores. La presión demográfica debe medirse en relación a los *recursos* necesarios para soportar una población de un número determinado. Que la población del sudoeste de Estados Unidos no pueda basarse de forma permanente en los recursos acuáticos de la zona es un hecho que justifica por sí mismo el veredicto

---

[218] IUCN Plant Red Data Book, págs. 355-356.

[219] Véase P. L. Fradken, «The eating of the West», *Audubon*, enero 1979; para conocer la opinión contraria véase la carta de Richard B. Scudder en el número de marzo de 1979, págs. 120-122.

de que dicha zona está fuertemente superpoblada. Además, la superpoblación humana, lleva a la subpoblación de muchas otras especies. Por ejemplo, la modificación y l a destrucción de los ambientes acuáticos en las zonas áridas de Estados Unidos ha producido ya una disminución general de la diversidad de peces y otras especies dulceacuícolas.[220]

El desvío del curso normal del agua hacia los sedientos núcleos de población puede albergar profundas consecuencias tanto sobre los sistemas terrestres como sobre los acuáticos. Las operaciones de bombeo para proporcionar agua y electricidad a Los Angeles han reducido las entradas del bello Lago Mono situado contra los escarpes orientales de Sierra Nevada, no lejos, en línea recta, del Yosemite National Park. En los últimos años, el nivel del lago ha bajado sustancialmente y, como consecuencia de ello, una isla, la zona de cría más grande de la gaviota de California, se ha convertido en una península. El nuevo puente de tierra ha permitido la entrada a los coyotes, por lo que las gaviotas se han visto obligadas a huir. Éstas, no han encontrado otro lugar seguro que sustituya a su área de cría. Además, la productividad de efídridos y artemias del Lago Mono está amenazada, ya que estos artrópodos constituyen un importante alimento para muchas aves migratorias. Al mismo tiempo, nubes de polvo alcalino que se levanta de las grandes zonas áridas existentes actualmente en las orillas producen la contaminación del aire sobre las cercanas White Mountains, lo que da lugar a una amenaza sobre las poblaciones existentes, entre las cuales se encuentra la de los famosos pinos de piñas erizadas, quizá los más viejos de todos los organismos vivientes.[221]

---

[220] W. L. Minckley y J. E. Deacon, «Southwestern fishes and the enigma of «endangered species», *Science* 159:1424-1432, 1968.

[221] G. Brechen y D. Phillips, «The ebbing tide at Mono Lake», *Sierra*, septiembre/octubre, 1979.

Uso de insecticidas y herbicidas

Una de las actividades agrícolas que tiene un enorme impacto sobre otras especies es la utilización de insecticidas y herbicidas. Se han escrito numerosos libros acerca del impacto de los biocidas sobre organismos a los que no iban dirigidos, de los cuales el más famoso y el primero fue el de Rachel Carson, *Silent Spring*, considerado como el punto de partida del movimiento ecologista y que, aunque algo pasado de moda, todavía merece la pena ser leído.[222]

Dos de los muchos problemas que plantean los pesticidas son el asalto de poblaciones y especies que no constituyen sus víctimas escogidas, ya que a menudo se rebasan las áreas donde deben ser aplicados. Es decir, son móviles y no selectivos. Este carácter no selectivo viene ejemplificado por la «promoción» a la categoría de peste de las especies herbívoras como consecuencia de la muerte de sus predadores tal como ocurrió en el desastre de Cañete Valley. Su movilidad es puesta de manifiesto por la gran mortandad de peces ocurrida a comienzos de los años sesenta en el río Mississippi, que fue descrita con detalle por el periodista Frank Graham. Jr., en su libro *Disaster by Default*.[223] Entre 1960 y 1963, murieron en el bajo Mississippi de 10 a 15 millones de peces entre los cuales se encontraban varias clases de pez gato, Menhaden, mújoles, truchas, corvinas, sábalos y pez Búfalo, lo cual constituyó una catástrofe para la industria pesquera local. También murieron las aves acuáticas.

El culpable de esta catástrofe fue un producto químico denominado endrin, próximo al DDT, que llegó al agua procedente de las aplicaciones en polvo y las fumigaciones agrícolas así como de la planta de Memphis de la Velsicol Chemical Corporation, que fabricaba dicho compuesto. La Velsicol negó cualquier responsabilidad arguyendo que los peces habían

---

[222] Para una visión retrospectiva véase P. R. Ehrlich, «Silent Spring», *Bulletin of the Atomic Scientists*, octubre 1979.

[223] M. Evans, Nueva York, 1966.

muerto de hidropesía, argumento que tiene su lado cómico puesto que la hidropesía es una enfermedad que nunca es epidémica en los peces.

La industria de los plaguicidas, que fue entonces y sigue siendo todavía una de las actividades comerciales socialmente menos responsables, promovió la teoría de que intentar el control del uso de los pesticidas era un complot comunista y peleó encarnizadamente contra la imposición de cualquier tipo de control sobre la fabricación y el uso de plaguicidas. Estos controles se han visto incrementados notablemente desde mediados de los sesenta sin que resulten de ellos las consecuencias que predecían los portavoces de la industria.

Los efectos deletéreos de los pesticidas y compuestos similares han sido experimentados en organismos que van desde el fitoplancton, las minúsculas plantitas que soportan las cadenas alimentarias acuáticas, hasta una gran variedad de aves de presa. Estas últimas han atraído la atención puesto que se trata de los organismos más claramente amenazados, víctimas de la bioconcentración de los venenos persistentes y con el subsiguiente fracaso reproductivo. Afortunadamente, las restricciones en el uso del DDT y otros compuestos hidrocarbonados de cloro en Estados Unidos han supuesto quizá la suspensión de la condena de muerte que pesaba sobre víctimas como el pelícano, el halcón común y el águila pescadora.[224]

La razón por la cual determinados pesticidas y otros compuestos químicos similares persisten en el ambiente es interesante por sí misma. Estos compuestos son productos sintéticos de la cultura humana y, como tales, plantean un nuevo reto a los descomponedores naturales que de ordinario rompen las moléculas orgánicas y reciclan sus partes constituyentes. Tales descomponedores carecen de experiencia evolutiva con compuestos del tipo del DDT, y no han «aprendido» a romperlos y

[224] Por ejemplo, D. W. Anderson y al., «Brown pelicans: Improved reproduction of the Southern California coast», *Science* 190:806-808, 1975; F. R. Spitzer y al., «Productivity of Ospreys in Connecticut-Long Island increases as DDE residues decline», *Science* 202:333-335, 1978.

desembarazarse rápidamente de ellos. En consecuencia, tales toxinas siguen en el mismo estado durante largo tiempo, envenenando organismo tras organismo.

Los problemas planteados por los pesticidas tienen un alcance mundial y no se limitan a aquellos venenos altamente persistentes. El azodrín es un compuesto organofosforado, un grupo de sustancias consideradas generalmente no persistente. Constituye un ejemplo del amplio espectro natural de los pesticidas el que el azodrín fuera utilizado primariamente como un insecticida, que fue famoso por cuanto *empeoró* los problemas de las plagas del algodón al eliminar sus enemigos naturales.[225] El aumento espectacular del número de individuos del topillo de Guenther, un organismo semejante a un ratón, que tuvo lugar en el Huleh Valley al norte de Israel entre 1975 y 1976 ocasionó serios daños a los cultivos de alfalfa debido al uso indiscriminado de este producto. Los agricultores fumigaron con azodrín para exterminar a los roedores sin poner en práctica las precauciones encaminadas a no amenazar la vida salvaje puesto que la etiqueta original del producto no había sido traducida al hebreo.

El resultado de esta incorrecta aplicación fue una carnicería de más de cuatrocientas águilas, halcones ratoneros, lechuzas y otras aves de presa de Oriente Próximo que disponían de alimento en abundancia con la proliferación de roedores. Aquellas aves habían comido otros pájaros más pequeños como, por ejemplo, lavanderas, bisbitas, alondras, tordos y escribanos que habían sido exterminados por la fumigación. También habían comido ratones y otras aves más pequeñas que habían ingerido alimentos contaminados. Las aves de presa fueron las segundas víctimas de las dosis de veneno que habían matado a sus presas. Asimismo, el azodrín ha matado también a los gatos de jungla (una especie de gato salvaje) y a cerdos.[226]

---

[225] *Ecoscience*, op, cit., págs. 644 y ss.

[226] H. Mendelssohn y V. Paz, «Mass mortality of birds of prey caused by Azodrin and organophosphorous insecticide», *Biological Conservation* 11:63-169,

La utilización de pesticidas en los países menos desarrollados, al igual que sucede con el uso de antibióticos, es por lo general controlada de un modo mucho menos cuidadoso que en los países desarrollados (en donde los controles siguen siendo, a menudo, inadecuados). Desafortunadamente se sabe muy poco acerca de su uso, o de su impacto, sobre los ecosistemas tropicales, pero lo que *sí* se sabe con certeza acerca de este tipo de venenos es que es necesario proceder con gran cuidado. Uno de los datos más siniestros lo constituye el desarrollo de la resistencia al DDT y otros pesticidas por parte del mosquito *Anopheles*, el transmisor de la malaria.[227] Si hemos de guiarnos por el comportamiento humano en el pasado, la respuesta a la aparición de la resistencia sería tal vez el uso de pesticidas más abundantes y más mortíferos. Ello no solucionará el problema del *Anopheles* pero aumentará en gran medida el impacto sobre otras poblaciones y otras especies.

Por el momento, es absolutamente imposible ofrecer una evaluación ni siquiera aproximada del peligro indirecto que supone para otras especies el actual modelo global de utilización de insecticidas. Muy pocas poblaciones naturales son controladas en alguna medida, parcial o total, y menos todavía lo son de forma lo suficientemente precisa como para discernir con certeza las causas de cualquier declive observado. Así, por ejemplo, existen algunas evidencias de que el impacto de los pesticidas sobre las poblaciones de los organismos del suelo y sobre los insectos depredadores puede ser profundo.[228]

1977.

[227] G. Harrison, *Mosquitoes, Malaria and Man: A History of Hostilities Since 1880*. Dutton, Nueva York, 1978, págs. 232 y ss.; se trata de un excelente libro, sólo ligeramente perjudicado por la ausencia de tratamiento del desarrollo de resistencia de los organismos productores de la malaria frente a las drogas utilizadas para combatirlos.

[228] Véase la discusión sobre el impacto de los pesticidas en los ecosistemas en *Ecoscience*, óp. cit., capítulo 11.

Algunos pequeños vertebrados han comenzado a desarrollar resistencia frente a los pesticidas. Por ejemplo, las gambusias de algunas zonas se han vuelto resistentes al endrin y son capaces de sobrevivir con mucho más veneno en sus tejidos que el que resulta tóxico para sus depredadores. Entre los animales terrestres de mayor tamaño, las aves parecen ser especialmente sensibles a estas sustancias tóxicas en función de sus relativamente largas vidas y de su importante posición en las cadenas alimentarias, así como por el hecho de que los hidrocarburos clorados entorpecen sus procesos reproductores. Aun cuando los insecticidas no sean la causa primaria de extinción, pueden bastar para reducir el nivel de reproducción de las aves, incrementando así su vulnerabilidad.

Consideremos, por ejemplo, el pigargo[229] de cabeza blanca, es decir, el águila leucocéfala. Esta impresionante ave es el símbolo de Estados Unidos. «Águila» fue el nombre escogido para un vehículo lunar en la década de los sesenta, y para un caza en los ochenta; es asimismo el símbolo, entre otras cosas, de un grupo de rock, un equipo de fútbol, una marca de whisky, y una moneda de veinte dólares. Se calcula que la población de águilas en los cuarenta y ocho estados contiguos de la Unión es de menos del 1% de la población que antaño los habitara. La principal razón estriba en la destrucción de su hábitat preferido, los ribazos arbolados, eliminados por la construcción de casas e industrias. Desafortunadamente, la presencia de gente en su hábitat, distrae a los pigargos de las suyas, ya que las aves que crían son muy hurañas, y abandonan el nido con facilidad. En un ave de vida larga, tal comportamiento resultaba otrora altamente adaptativo, ya que pueden vivir lo suficiente como para volver a reproducirse en otra ocasión. Sin embargo, cuando los huevos son abandonados se enfrían y mueren rápidamente, y cuando las intromisiones son frecuentes, resulta imposible que la cría se realice con éxito.

---

[229] Los pigargos reciben en inglés el mismo nombre común, *eagles*, que las águilas verdaderas. *(N. del T.)*

Además, los pigargos migran durante la temporada de caza de tal modo que muchas de ellas son abatidas accidental o deliberadamente. Y, finalmente, los pesticidas continúan debilitando las cáscaras de sus huevos, reduciendo aún más las posibilidades de éxito de la reproducción.[230]

Hasta 1952 el pigargo tuvo precio puesto a su cabeza, como consecuencia de erróneas nociones de control de los depredadores (la dieta del pigargo se compone, principalmente, de peces muertos o moribundos, de ahí su conexión acuática). En la década de los sesenta se tuvo en cuenta su serio declive y empezó a ser un tema al que el movimiento ecologista se dedicó con especial interés. De quizá menos de setecientos individuos se ha pasado, en los cuarenta y ocho Estados contiguos de la Unión, a varios millares. Sin embargo, la destrucción de su hábitat continúa, incluso en Alaska, donde la tala forestal amenaza a las poblaciones que allí sobreviven en mayor número.[231] Por otra parte, se ha producido una oleada de hecatombes «por parte de granjeros y rancheros que las consideran peligrosas para sus ganados y de francotiradores que ven en ellas tentadores blancos».[232] Mientras tanto la amenaza de los pesticidas y otros productos parecidos sigue afectándolas.

La matanza indiscriminada es actualmente perseguida de forma enérgica, y si los jueces aplican sentencias rigurosas, el resultado puede ser favorecedor. Además, los programas educativos pueden generar una presión semejante sobre los cazadores responsables que se manifiestan en contra de los francotiradores, como los pilotos responsables lo están de quienes

---

[230] Algunos de los materiales sobre el pigargo proceden de *Today Show*. NBC, 28 de marzo de 1980.

[231] Frank Graham, Jr., «Wild the Bald Eagle survive to 2076?», *Audubon*, marzo, 1976.

[232] K. M. Schreiner y C. J. Senecal, «The American government's programs for endangered birds», en S. A. Temple, ed., *Endangered Birds: Management Techniques for Rescuing Threatened Species*, University of Wisconsin Press, Madison, 1978, pág. 22.

vuelan borrachos. Detener la urbanización de las riberas arboladas es más difícil, y también es difícil disminuir el flujo de los venenos que son vertidos sobre los cultivos y en general por todas partes; además, recuperar estos venenos a largo plazo una vez han sido lanzados al medio ambiente es imposible. De modo que el futuro del símbolo nacional americano, por lo menos fuera de Alaska, sigue siendo dudoso.

La difusión de venenos no es actualmente tan elevada ni tan común como lo fue en la década de los cincuenta y de los sesenta, cuando parecía que la totalidad de Estados Unidos debía ser cubierta de insecticidas. Sin embargo, los abusos siguen siendo corrientes y son cometidos a veces, por las empresas o asociaciones más impensadas. Por ejemplo, el National Park Service, continúa utilizando una gran variedad de toxinas en los parques de los que, más que en cualquier otro sitio, deberían ser proscritos prácticamente en la totalidad de los casos.[233]

En 1980 el Park Service inició un programa especialmente atroz: el envenenamiento de trece colonias de perritos de las praderas en el interior del Badlands National Park. El producto químico que se pensaba utilizar es un veneno de amplio espectro extremadamente peligroso, conocido con el nombre de fósforo de cinc. Es tóxico para todos los animales y lo sigue siendo de forma indefinida en las zonas secas. En presencia de humedad se disuelve lentamente y desprende un gas venenoso.

¿Por qué el National Park Service deseaba envenenar un típico animal nativo como el perrito de las praderas, cuyas «ciudades» sirven para dibujar lo que es el Oeste, y una sola de cuyas colonias puede albergar 450 millones de individuos?[234] La respuesta es que estaban sometidos a presiones por parte de los rancheros cuyas tierras lindan con el parque, quienes veían los perritos de las praderas del parque como una especie de

---

[233] M. Frome, «Crusade for wildlife», *Defenders*, abril de 1980.

[234] T. L. Kimball y R. E. Johnson, «The richness of American wildlife» en Council on Environmental Quality, *Wildlife and America*. U.S. Government Printing Office, Washington D.C., 1978, págs. 3-17.

plaga para sus tierras. Si los rancheros no hubieran sometido a sobrepastoreo sus tierras probablemente los daños atribuibles a los perritos serían insignificantes. Pero aún en el caso de que no lo fueran, serían preferibles otras soluciones al problema, como la compensación económica a los rancheros, antes de emprender un asalto de esa magnitud contra los perritos de las praderas. Por otra parte, los perritos de las praderas constituyen la fuente alimenticia del turón patinegro, el mamífero amenazado de extinción más raro de Norteamérica, al mismo tiempo que sus colonias proporcionan un hábitat importante para una gran variedad de especies entre las que se encuentran mochuelos excavadores, serpientes y salamandras.

La actitud de los rancheros está ejemplificada en un informe del Board of Commissioners of Pennington County, en Dakota del Sur, que limita con el parque al noroeste: «En nuestra opinión el perrito de las praderas no es otra cosa que un roedor (rata de las praderas sería un nombre más adecuado) y no entendemos que se pueda seguir tolerando que infeste los buenos pastos y que reinfeste las propiedades privadas. No compartimos la preocupación por las zorras y el turón patinegro si ello ha de hacerse a expensas de los propietarios rurales cuyas fincas lindan con el parque nacional y otras zonas federales o del Estado».[235]

El hecho de que los rancheros no consideren valiosa la protección de los perritos de las praderas y del turón patinegro es una muestra más de los valores dominantes en nuestra sociedad y una desautorización parcial del sistema educativo norteamericano. Asimismo, el hecho de que el National Park Service, dedicado presumiblemente a la conservación de lo que queda de los ecosistemas naturales de Estados Unidos pueda ser presionado por tales grupos es un hecho grave.

Por otra parte, es un síntoma esperanzador que la fumigación de venenos en programas mal elaborados y generalmente poco eficaces para controlar roedores, coyotes y similares esté

[235] Citado en Frome, óp. cit.

en desuso. La dudosa efectividad de tales programas se ha puesto en evidencia, al igual que sus costes no previstos de antemano, ya que en cualquier análisis de costes y beneficios que incluya los valores propios de los ecosistemas, han resultado ser un franco desastre.[236]

El 8 de noviembre de 1979 el Secretario del Interior, Cecil Andrus, dio un paso que puede conducir hacia el cese de los vertidos venenosos en el Oeste. Efectivamente, prohibió cualquier uso o investigación del veneno denominado fluoracetato sódico (compuesto 1.080) que ha asesinado impunemente a millones de animales salvajes, incluidas las águilas. Al mismo tiempo autorizó y estimuló la utilización de controles no letales de los depredadores, como, por ejemplo, la utilización de repelentes químicos de mal sabor para proteger al ganado frente a los coyotes y otros animales parecidos. Asimismo, Andrus afirmó que el mantenimiento de la vida salvaje, incluyendo los depredadores es una función importante a desarrollar en las tierras de propiedad federal.[237]

Sin embargo, la batalla está lejos de haber sido ganada, ya que la industria del ganado que constituye una poderosa organización, sigue sin convencerse y posee armas poderosas. Será realmente una batalla. Como ha dicho el biólogo Stanley A. Cain: «...otros objetivos distintos a los de los rancheros del Oeste, en la industria de la ganadería, deberán ser defendidos de la misma manera que estos rancheros han conseguido su fuerza: en la arena política.»[238]

Otro programa de fumigación de sustancias tóxicas promovido por intereses ligados al pastoreó es el eufemísticamente denominado «control del matorral». Este programa consiste en la conversión de más de 15.000 millas cuadradas de monte bajo en praderas artificiales. El programa ha sido desarrollado entre

---

[236] Véase, por ejemplo, S. A. Cain, «Predator and pest control», en Council on Environmental Quality», *Wildlife and America*, óp. cit., págs. 4379-395.

[237] Defenders view», *Defenders*, abril de 1980.

[238] Cain, óp. cit., pág. 394.

un 10 y un 12% de la principal área de monte bajo de la nación, que se concentra en los estados de Nevada, Oregón, Idaho, Wyoming y Colorado. Aproximadamente la mitad de la conversión se logra y se mantiene con fumigación de herbicidas. Algunas zonas, en las que hay algunas gramíneas bajo el matorral, que son del gusto del ganado vacuno son sembradas con gramíneas no autóctonas.

Existen varias razones para sentir preocupación por tales proyectos a gran escala. Las principales reservas se centran en los posibles impactos que puedan ejercer sobre prominentes especies silvestres, especialmente sobre el ciervo mulo, el gallo de las artemisas y el berrendo, aunque no son éstos, en realidad, los principales motivos de preocupación,[239] sino las probables extinciones de numerosas poblaciones de plantas, insectos y otros organismos nativos poco prominentes, con posibles efectos sobre los ecosistemas del tipo de la reducción del reciclado de nutrientes.[240] Al igual que sucede con muchas otras actividades, la acción humana introduce transformaciones a gran escala en la naturaleza sin la menor idea de cuáles pueden ser sus consecuencias a largo plazo.

Es importante señalar que muchas de estas modificaciones a gran escala introducidas por el hombre en los ecosistemas son necesarias y (por lo menos desde un punto de vista antropocéntrico) deseables. De igual modo, no se puede estar en contra de la conversión de algunos ecosistemas naturales en tierras de cultivo, puesto que, en principio, toda mejora de los pastos para el ganado vacuno y otros animales domésticos es obviamente beneficiosa. Grandes superficies del Oeste de Estados Unidos son adecuadas para el pastoreo pero no para la agricultura. En un mundo en el que escasean los alimentos y puesto que la carne producida a partir de pastos frescos es más saludable y

---

[239] T. R. Vale, «Sagebrush conversión projects: An element of contemporary environmental change in the Western United States» *Biological Conservation* 6:274- 284, 1974.

[240] R. Daubenmire, «Steppe vegetation of Washington», Technical Bulletin of the Agricultural Station of Washington State University. 62, 1970.

produce menos desperdicios que la carne obtenida a partir de piensos, es conveniente, en la medida de lo posible, hacer una buena utilización de tales terrenos y dejar los rebaños en las armenteras en lugar de alimentarlos forzadamente en estabulación.

En consecuencia, los motivos de preocupación más acuciante son las actividades y las técnicas utilizadas para la mejora de los pastizales. La toma de decisiones acerca de la extensión del control del monte bajo y los métodos utilizados para ello debe ser decidida después de cuidadosas investigaciones que vayan más allá de los resultados más óptimos en la producción de carne en un futuro inmediato, por un lado, y de los estudios de los efectos únicamente realizados sobre los grandes animales, por el otro. *Cualquier* práctica que implique la fumigación de miles de millas cuadradas con sustancias venenosas debe ser considerada con prevención, sin que influya la honorabilidad de los motivos con que aparentemente se ejecuta ni el grado de pretendida inocuidad que el veneno haya podido demostrar desde otros puntos de vista.

Existen motivos razonables para sentir preocupación por el uso generalizado de los herbicidas que actualmente se está llevando a cabo: el volumen anual de ventas de dichas sustancias venenosas, en Estados Unidos, es en la actualidad mayor que el de los insecticidas. Las cuestiones relacionadas con su impacto directo sobre la salud humana han suscitado una considerable controversia.[241] Igualmente graves, y en buena parte pendientes de contestación, deben plantearse asimismo cuestiones relacionadas con el impacto de los herbicidas sobre los ecosistemas, especialmente por lo que respecta a la fauna y a la flora, así como a su influencia en la extinción de poblaciones y especies.

---

[241] Véase «Dialogue», *BioScience* vol. 29, nº 2, febrero de 1979.

EL VÓMITO DE LA SOCIEDAD INDUSTRIAL

Muchas de las sustancias tóxicas que atacan las poblaciones de otras especies no son arrojadas sobre el terreno de forma deliberada sino que son vertidas de forma inconsciente o bien escapan durante los procesos de «manipulación de residuos». Dichos residuos incluyen una larga lista de sustancias químicas, algunas de las cuales son muy parecidas a los pesticidas. Por ejemplo, los bifenoles policlorados (PCBs, del inglés polychlorinated biphenyls) son compuestos de similar estructura química, a la familia de los pesticidas en la que se incluye el DDT, y causan impactos semejantes sobre los sistemas vivientes, como, por ejemplo, su contribución al adelgazamiento de la cáscara del huevo de las aves. Durante unos cincuenta años los PCBs han sido utilizados en una amplia gama de aplicaciones industriales, entre las cuales se cuentan la plastificación, los aditivos en pinturas y la obtención de fluidos hidráulicos. A causa de varios accidentes estas sustancias han escapado hacia el medio ambiente —vaporizándose a partir de los plásticos que los contenían, por ejemplo— y se han diseminado a nivel mundial hasta llegar a contaminar, a prácticamente todos los organismos desde los pingüinos del Antártico hasta los pobladores de las fosas oceánicas, a más de dos millas de profundidad, pasando por nosotros mismos. Aunque la producción de PCBs se detuvo en Estados Unidos en 1977, tres cuartos de millón de toneladas de dicho producto están almacenados en pozos y vertederos, en donde permanecerán largo tiempo, contribuyendo a aflojar los tornillos de nuestra cápsula espacial.[242]

La opinión pública sobre la contaminación del medio ambiente está especialmente preocupada por aquellas sustancias que la actividad humana arroja directamente al aire y al agua. Un claro ejemplo de esta situación es el asunto del Love Canal,

[242] Para más información sobre los PCB véase *Ecoscience* y R. W. Peterson, «Ecology: Accumulating threats to life», *Environment* 22:3-5 abril, 1980.

en Niágara, Nueva York en donde sustancias tóxicas escasamente conocidas fueron enterradas en un pozo. En aquel mismo lugar se construyeron posteriormente una escuela y viviendas adyacentes. La gente se horrorizó después al saber que había miles de casos similares al del Love Canal diseminados por todos Estados Unidos,[243] y, probablemente, en otros países desarrollados. La población en general está razonablemente alarmada frente a la posibilidad de desarrollar un enfisema o una enfermedad coronaria como consecuencia de la polución atmosférica, o diarrea como consecuencia de la contaminación del agua o, finalmente, un cáncer como consecuencia de la acción de sustancias químicas depositadas en vertederos.

Todavía no se conocen de forma precisa las consecuencias de estas formas de polución sobre otras especies y sobre los mecanismos de los ecosistemas, aunque a largo plazo tales impactos serán muy probablemente mucho más amenazadores para la salud y el bienestar humanos. El dióxido de azufre (SO_2) se produce como consecuencia de la combustión del carbón y el petróleo. Esta sustancia ha sido relacionada con el elevado número de casos de enfisema, asma agudo y crónico, y bronquitis que se dan entre los pobladores de las ciudades polucionadas, pero la acción del dióxido de azufre produce algo más que pudrir los pulmones humanos. Tanto en las especies vegetales caducifolias como en las perennifolias, el dióxido de azufre inhibe el crecimiento y produce el colapso o la malformación de las cruciales células de las hojas. Tales efectos sobre las plantas en crecimiento tienen implicaciones no sólo sobre los ecosistemas naturales sino también sobre los cultivos y los bosques que el hombre explota directamente.

De modo similar, los oxidantes, —sustancias del tipo del ozono o del PAN (peroxiacetilnitrato) que rápidamente liberan un átomo de oxígeno en las reacciones químicas— que se encuentran entre los contaminantes atmosféricos, afectan no sólo

[243] Michael Brown, Laying Waste: The Poisoning of America by Toxic Chemicals, Pantheon, Nueva York, 1979.

a la salud humana sino también a la de las plantas.[244] La contaminación atmosférica ha eliminado la vegetación en las proximidades de algunas zonas industriales y, como es lógico, con las plantas también han desaparecido las poblaciones animales que dependían de ellas. Esta misma contaminación atmosférica ha llegado a matar incluso los pinos de Sierra Nevada, en California, a muchas millas de Los Ángeles, su área de procedencia. Al mismo tiempo, los oxidantes parecen ser responsables de la disminución de la variedad de especies vegetales, y con ello de la variedad de las especies animales, en las comunidades arbustivas de la costa de sur de California.[245]

De estas graves consecuencias se desprende que una influencia indirecta de la contaminación atmosférica es la de producir efectos mucho más graves y generales sobre otros organismos. El dióxido de azufre y el nitrógeno, que proceden de las fábricas y son introducidos en la atmósfera, se acumulan en ella para transformarse posteriormente en ácido sulfúrico y en ácido nítrico mediante determinadas reacciones químicas. Como consecuencia de la presencia de estos ácidos tan fuertes, las lluvias que caen sobre buena parte del Este de Norteamérica y de Europa son de diez a mil veces más ácidas que las que proceden de cielos no contaminados.[246] En Pitlochry, Escocia, se estableció un récord, el 10 de abril de 1974, al caer un chaparrón tan ácido como el vinagre. Incluso en Colorado Rockies la lluvia es significativamente más ácida que las precipitaciones que proceden de atmósferas no polucionadas.[247]

---

[244] T. T. Kozlowski, «Impacts of air pollution on forest ecosystems». *Bio Science* 30:88-93, 1980; véase también *Ecoscience,* óp. cit., pág. 661.

[245] W. E. Westman, «Oxidant effects of Californian Coastal sage scrub», *Science* 205:1001-1003. 1979.

[246] *Ecoscience,* óp. cit., capítulo 11.

[247] El pH de la lluvia de Pitlochry fue de 2,4: Bryan Sage, «Acid drops from fossil fuels», *New Scientist,* 6 de marzo de 1980. Las mediciones de lluvia ácida en las Rocosas fueron llevadas a cabo por los doctores Ron Hall y Johan Harte del Rocky Mountain Biological Laboratory.

No obstante, aún no se sabe con certeza cuáles pueden ser las consecuencias reales del impacto de la lluvia ácida sobre las poblaciones y especies de los organismos animales y vegetales, si bien las evidencias de que se disponen son alarmantes. Determinados ecosistemas dulceacuícolas, los que se encuentran en aquellas zonas formadas por granito, cuarzo y otros tipos de rocas químicamente parecidas, son especialmente vulnerables a este tipo de lluvia. Estas rocas se encuentran en las Rockies, y en los Apalaches, así como en buena parte del Canadá, Nueva Inglaterra y en el norte de Europa. En el sur de Noruega, las poblaciones de peces están en peligro en una amplia área, e incluso las poblaciones de bacterias, el fitoplancton y el zooplancton así como todos los animales que en ríos y lagos dependen de ellos también están en regresión.[248]

En Adirondacks no sólo es la lluvia ácida la que acidifica el agua sino que el ácido nítrico reacciona con determinados compuestos presentes en el suelo y libera grandes cantidades de aluminio, que es drenado hacia los lagos. Los ácidos se acumulan en la nieve helada durante el invierno, y al llegar el deshielo primaveral se acumula en los lagos en concentraciones letales para los peces, y además de proseguir también el flujo de aluminio. El resultado es que la población piscícola de trescientos lagos de Adirondack se ha extinguido y que la trucha *fontinalis* y otras especies quizá hayan desaparecido de toda la zona.

La situación se deteriora también en zonas más septentrionales. Los científicos canadienses han identificado 48.000 lagos que serán incapaces de soportar cualquier forma de vida dentro de dos décadas si prosiguen los niveles de polución actuales.[249] Los ajololes ya no pueden vivir en las charcas de deshielo en el estado de Nueva York debido a que los hielos son

---

[248] G. E. Likens y al., «Acid rains», *Scientific American,* octubre de 1979.

[249] R. W. Peterson, óp. cit., «Aluminum pollution caused by acid rain killing fish in Adirondack lakes», *Bio Science,* julio de 1978.

demasiado ácidos.[250] Las lluvias ácidas han destruido ya un tercio de los ríos de freza del salmón en Nova Scotia, añadiéndose así a los pesticidas, las presas, otras fuentes de contaminación y a la pesca ilegal y excesiva que están empujando a esta especie de alto valor comercial hacia su extinción.[251]

La lluvia ácida puede tener asimismo un efecto mortal sobre los ecosistemas terrestres. Dicha lluvia daña los microorganismos del suelo, incluyendo aquéllos relacionados con el vital ciclo del nitrógeno. La precipitación ácida puede cambiar el ritmo de movilización de las sustancias tóxicas en el suelo y puede empeorar los efectos de otros contaminantes. El impacto total de las lluvias ácidas sobre los bosques y los ecosistemas no puede calcularse, por el momento, con absoluta fiabilidad. Quizá se tarden cincuenta años en comprobar si los informes que señalan su efecto paralizante sobre el crecimiento de los bosques son precisos,[252] aunque hay razones para pensar que aquellas poblaciones de especies selváticas, desde las salamandras a los robles, están siendo volatilizadas gradualmente como consecuencia de la lluvia ácida.

Parece casi superfluo en este contexto señalar que las formas más corrientes de contaminación del agua han llevado a la extinción de innumerables especies de otros organismos. Un único ejemplo bastará. El explorador francés Pére Marquette quedó muy impresionado, en 1673, por el hábitat del Illinois Valley: «No he visto nada igual a este río si tenemos en cuenta la fertilidad del suelo, sus praderas y sus bosques; su vacuno, sus ciervos y felinos salvajes, sus avutardas, cisnes, patos y periquitos e incluso castores».

---

[250] F. Poug, «Acid precipitation and embryonic mortality of Spotted Salamanders. *Ambystoma maculatura*». *Science* 192:68-70, 1976.

[251] S. Kimber, «Empty rivers: Dashed hopes», *International Wildlife*, mayo-junio. 1980.

[252] Por ejemplo, Peterson, óp. cit.

Tres siglos después, en 1980, el ecologista Don Molí describió el río en términos bastante distintos. Si uno se acerca lo suficiente se percibe

…el olor de los cuerpos hinchados de las carpas y los sollos que flotan cerca de la orilla y se mueven —sobre las espesas, aceitosas y verdes aguasal ritmo de las oleadas de marea producidas por el continuo tráfico de botes y falúas que atraviesan el estrecho canal. No es visible ninguna vegetación acuática enraizada y las únicas aves que se ven son trupiales y gaviotas del Delaware que, basureras como son, se afanan entre los cuerpos de la orilla».[253]

El crecimiento de la población de Illinois ejerció presiones diversas sobre el río. Su fértil valle fue talado, drenado y labrado. La matanza se inició en 1871 cuando el curso del río Chicago fue modificado artificialmente para llevar las aguas residuales de la ciudad hacia el sistema del río Illinois en lugar de dejar que se dirigieran hacia el lago Michigan, que era su fuente de aprovisionamiento de agua potable. Las aguas residuales —incluso en el caso de que no contengan toxinas, es decir, únicamente residuos orgánicos— pueden superar la capacidad descomponedora de los ecosistemas naturales. Así pues, y de manera gradual, lo que había sido un paraíso para deportistas y había dado nombre a trenes «especiales para pescadores» fue destruido y con él la pesca comercial de tortugas, mejillones y peces. Entre 1900 y 1920, las cien millas más septentrionales del río se convirtieron en un desierto biológico sin virtualmente ninguna cantidad de oxígeno disuelto en sus aguas, como consecuencia inmediata de la sobrecarga de contaminación orgánica.

Algunas especies de la fauna de tortugas del río que necesitaban arena limpia para poner sus huevos desaparecieron, mientras que unas pocas especies de tortugas fueron capaces de medrar en las nuevas condiciones. No sólo no eran afectadas

[253] «Dirty river turtles», *Natural History*, mayo de 1980; la cita de Marquette tiene el mismo origen.

por el agua contaminada sino que habían quedado libres de la presencia de percas, lucios, garzas y otros depredadores. Las especies de tortugas que al llegar a adultas antaño se alimentaban de vegetales, comen ahora insectos ahogados y otros despojos, y en la actualidad la tortuga geográfica organiza banquetes junto con un animal de «escarda» o oportunista, un bivalvo asiático resistente a la contaminación.

La historia del río Illinois se ha repetido en los sistemas de agua dulce de todo el mundo. El Rin se halla cargado de sustancias venenosas y ha sido escenario de muertes masivas de sus peces. En el Danubio, las poblaciones de especies importantes de peces se han visto fuertemente reducidas. En la Unión Soviética, el lago Baikal está seriamente amenazado a pesar de los esfuerzos para detener la contaminación. Los ríos de América Central están ahogados de aluviones como consecuencia de la erosión de las laderas denudadas. Los ríos del Japón están colmados de residuos industriales. Las corrientes de agua de Queensland, en Australia, están polucionadas por los residuos procedentes de las fábricas de azúcar. En todos los continentes un continuo flujo de heces fecales, hidrocarburos clorados, mercurio, cadmio, cromo, ácidos, álcalis, fertilizantes, detergentes, derivados del petróleo, insecticidas que contienen carbamatos, residuos de melazas y aluviones son empujados corriente abajo hacia el mar, a través de los estuarios, unas zonas vitales para las pesquerías marinas, amenazando de extinción con su presencia, incontables poblaciones de organismos acuáticos.[254]

Minas, vertidos de petróleo y embalses

La explotación de minas y la obtención de minerales y de energía produce una amplia gama de efectos deletéreos sobre los hábitats de otras especies tanto en forma de ataques directos

[254] Véase, por ejemplo, Antón Lelek, «Perish in silence», *Naturopa* vol. 28, 1977.

como a través de la contaminación que el sistema de trabajo comporta. La minería es la actividad que presenta una mayor variedad de efectos, ya que muchos residuos, especialmente los procedentes de la búsqueda de minerales metálicos, contienen sustancias tóxicas. Estos venenos alcanzan los ecosistemas acuáticos cuando el agua de lluvia se filtra a través de las escombreras (las montañas de residuos que se amontonan después que se ha extraído o molido la mina del mineral), cuando se utilizan sistemas de bombeo o cuando se utiliza agua en los sistemas de separación de la mina.

Uno de los problemas más conocidos es el del aumento de la acidez de ríos y lagos como consecuencia del drenado ácido procedente del trabajo realizado en las minas, un problema que antiguamente se consideraba más o menos confinado a las minas de carbón y que en la actualidad está mucho más generalizado.[255] Aquí, como en el caso de la lluvia ácida, el impacto sobre los organismos acuáticos puede ser grave, alcanzando, en casos extremos, la exterminación total.

La contaminación por metales pesados también es común, especialmente por cinc, cobre, plomo, cadmio, crono y mercurio, y a menudo su influencia sobre las biotas de los ecosistemas de agua dulce es profunda. Por ejemplo, las minas de plomo de Cardiganshire, en Gales, fueron cerradas en 1921, aunque los empobrecidos ríos de la zona sólo han recuperado paulatinamente parte de su diversidad. Estudios recientes que comparan ríos sometidos a la influencia de minas con otros, que no han sufrido procesos de contaminación indican que la diversidad de especies de los primeros se ve siempre disminuida, en mayor o menor grado; mientras que la influencia a largo plazo de las minas de carbón parece ser similar a la de las minas de plomo y otros metales.[256]

---

[255] Sobre la acidificación causada por la minería, así como para un tratamiento técnico de otros problemas véase C. G. Down y J. Stocks, *Environmental Impact of Mining,* Applied Sciences Pubiishers, Londres 1978.

[256] Ibíd., pág. 115; M. Abdullah y L. Royle, «Heavy metal content of some rivers and lakes in Wales», *Nature* 238:329-330, 1972.

Las corrientes procedentes de las minas también pueden producir el envejecimiento prematuro de lagos, así como otros procesos resultantes de la dramática reducción del oxígeno disuelto en lagos y corrientes. La caída de los niveles de oxígeno tiene un efecto letal sobre muchos animales. Así, por ejemplo, uno de los peces económicamente más preciados, la trucha, es sensible a los bajos niveles de oxígeno.

Eliminar la contaminación del agua procedente de las minas puede ser muy difícil. Filtraciones procedentes de una pequeña charca de residuos en la mina Keystone, cerca de Crested Butte, en Colorado, han causado la muerte de todos los peces del Coal Creek situado más abajo. Una costosa tentativa de la American Metals Climax Corporation (AMAX) para eliminar los residuos de la zona, de la que actualmente ostenta la propiedad está siendo por el momento un estrepitoso fracaso.

La empresa AMAX está interesada en la explotación de una inmensa reserva de molibdeno, en un yacimiento de baja riqueza cerca de Crested Butte, mediante una operación que muchas personas consideran que supondrá la destrucción de toda la zona y que tendrá un enorme efecto sobre la flora y la fauna de una de las zonas biológicamente más ricas de Colorado. El problema consiste en que se deberán construir inmensas albercas de residuos, eventualmente de varias millas cuadradas de superficie en las que estos residuos se mezclan con agua para formar una pasta fluida que es bombeada hacia cavidades situadas tras enormes presas. De esta forma no sólo serán destruidos los ecosistemas presentes en el lugar en donde se vayan a instalar los estanques sino que el polvo que se levantará de la superficie desecada de tales albercas, posiblemente tóxico para muchos organismos, se esparcirá muy fácilmente. Los grandes estanques de residuos han resultado ser muy difíciles de estabilizar por medio de la repoblación, especialmente a altitudes elevadas. (Los lugares escogidos por el proyecto molibdeno de la AMAX están situados tal vez a más de 8.000 pies).

Al igual que otras operaciones mineras este proyecto causaría la contaminación del aire tanto por consecuencia de las

salidas de gases procedentes de molinos, chimeneas y máquinas, como del polvo procedente de los estanques de residuos y escombreras; contaminación atmosférica que vendría a sumarse a la contaminación del agua. El impacto de la contaminación atmosférica generada por la explotación de minas sobre otras especies es menos conocido que el causado por la contaminación del agua, aunque buena parte de dicha contaminación atmosférica consiste en polvo, y la gravedad de este polvo procedente de las minerías (como, por ejemplo el de los caminos de tierra) es, de ordinario, subestimado, ya que entre otras cosas, el polvo puede funcionar como un insecticida bastante eficaz. Existen bases fundadas para creer que el declive de las poblaciones de mariposas en algunas zonas de Colorado se debe en parte al aumento del tráfico automovilístico en las polvorientas carreteras de la zona; declive que, por otra parte, no es más que un indicador de lo que acontece con todos los insectos en general.

Cualquier persona que haya volado sobre el estado de Kentucky difícilmente no habrá quedado impresionada por la vastedad de la superficie del estado arruinada, ambientalmente hablando, por la más destructiva forma de minería: la explotación a cielo abierto. Este tipo de laboreo es directamente menos perjudicial para los mineros que la labor subterránea, pero sus costos sociales a largo plazo sobrepasarán con toda seguridad a los de las operaciones bajo tierra. Cuando un área es sometida a la explotación minera a cielo abierto el ecosistema local es literalmente desollado y eliminado por la acción de las grandes máquinas excavadoras que permiten el acceso al deseado mineral (generalmente el carbón) que se encuentra bajo tierra. Con la única excepción de las zonas asfaltadas, pocas actividades humanas son tan directa y completamente destructivas del hábitat. Y como quiera que la explotación minera a cielo abierto también comporta los demás efectos ambientales negativos propios de la minería quizá sea ésta, área por área, la actividad individual más destructiva, exceptuando, por supuesto,

la guerra. En 1980 se calculó que más de 4.000 millas cuadradas habían sido despojadas de su hábitat natural en Estados Unidos como consecuencia de la explotación de carbón a cielo abierto, siendo el total de las zonas afectadas probablemente de más de 10.000 millas cuadradas.[257] Con la crisis del petróleo y de la consiguiente sustitución por carbón estas áreas aumentarán, sin duda, de forma rápida, especialmente cuando se realice a pleno rendimiento la explotación a cielo abierto del carbón y pizarras o de las bituminosas en el oeste de Estados Unidos y el de los yacimientos de areniscas ricas en alquitrán de Alberta.

La restauración de las zonas que han sido sometidas a explotación minera a cielo abierto es costosa y difícil, ya que aquella actividad tiende a producir un terreno inservible para su replantación, y como sucede en buena parte del oeste de Estados Unidos, la ausencia de precipitaciones constituye un grave problema. El coste de la restauración total, cuando ello es posible, fue evaluado en 1980 en unos 10.000 dólares por acre. Y, por lo menos en un sentido, la restauración total *nunca* es posible ya que el ecosistema original no puede ser restaurado. Incluso el mejor equipo de biólogos del mundo disponiendo de recursos ilimitados jamás podría reconstruir un ecosistema por la sencilla razón de que no hay ningún ecosistema en la Tierra que sea conocido en todos sus detalles y porque las poblaciones dañadas, generalmente únicas, son eliminadas para siempre.

Un banquero de Gillette, Wyoming, una zona sometida a grandes cambios como consecuencia del auge de la minería a cielo abierto, aseguraba que los ecosistemas locales habían sido completamente restaurados. No obstante, pronto se hizo evidente que el crecimiento de pastos en el lugar y la aparición fugaz de algún antílope o conejo era toda la «completa restauración» a la que hacía referencia. En muchos casos, un hecho

---

[257] F. Stearns y J. Ross, «The pressures of urbanization and technology», en Council on Environmental Quality, *Wildlife and America,* óp. cit. págs. 209-210; D. Pimentel et al., «Land degradation: Effects on food and energy resources». *Science* 194:149-155, 1974.

similar a éste parece ser lo mejor que puede esperarse, y desde luego es mucho mejor que lo que sucede a menudo. De toda la tierra que ha sido denudada como consecuencia de la extracción de minerales a cielo abierto en Estados Unidos hasta 1980, casi ninguna zona ha sido restaurada por completo. Hasta mediados de los sesenta, de hecho, incluso los trabajos más básicos o elementales de restauración eran poco usuales; en efecto, las medidas hasta entonces llevadas a cabo eran, sustancialmente cosméticas, es decir, tendentes a servir las necesidades de relaciones públicas de las compañías carboníferas.

El aumento de la explotación de carbón a cielo abierto en Montana u otros estados, la extracción de petróleo a partir de las pizarras bituminosas de Colorado, Utah y Wyoming, y la perforación en busca de gas y petróleo en el cinturón de cabalgamientos de Montana, Idaho, Wyoming y Utah presagian dificultades para los esfuerzos proteccionistas. Lo mismo ocurre con la exploración previa y el laboreo del uranio y otros varios minerales en el Oeste. Las consecuencias negativas son ya elevadas en Colorado, en donde metales pesados procedentes de operaciones mineras han alcanzado ya las cabeceras de dos grandes sistemas fluviales de la Unión, el del Colorado y el del Mississippi, aunque lo que ha sucedido hasta ahora no es nada comparado con lo que puede suceder si continúa la explotación de las reservas minerales del Oeste tal como está planificada.

El impacto de la perforación y explotación de minas no se limita, por supuesto, a Estados Unidos sino que se extiende por todo el mundo, a excepción de la Antártida, e incluso esto último puede dejar de ser así. Ciertamente, las reservas minerales y petrolíferas en cantidades aprovechables que se han ido encontrando en todos los continentes y en las plataformas continentales se encuentran también en la Antártida.[258] Puede ser

[258] J. H. Zumberge, «Mineral resources and geopolitics in Antárctica», *American Scientist,* 67:68-77, 1979.

únicamente cuestión de tiempo que los pingüinos de la Antártida se vean amenazados por la minería y los pozos petrolíferos.

Los vertidos de petróleo, como consecuencia del hundimiento de petroleros o arrojados conscientemente durante las operaciones de baldeo de sus tanques, ya han puesto en peligro la vida de los pingüinos en distintos lugares de la Antártida. La contaminación por el petróleo unida a la usurpación de sus áreas de cría, en competencia con las industrias pesqueras, se cierne sobre los pingüinos de El Cabo. Los grandes superpetroleros cargados de crudo con rumbo al oeste que no pueden atravesar el canal de Suez pasan cerca de las islas donde crían los pingüinos. Aunque los ecologistas sudafricanos han socorrido a las aves, la mayoría han muerto en el mar en donde no podían ser auxiliados o en espera de ser atendidas. Así pues, las poblaciones de pingüinos se han reducido centenares de veces con respecto a niveles anteriores.[259] En 1974 las poblaciones de otra especie de pingüino, el pingüino de Magallanes, sufrieron graves quebrantos cuando el superpetrolero *Metuchen* de la compañía Shell embarrancó en el estrecho de Magallanes. Se trató del segundo vertido de petróleo más importante de todos los tiempos, lo que produjo la muerte de varios miles de aves.

Sin embargo, a diferencia del pingüino garañón, el pingüino de Magallanes no se encuentra actualmente en peligro.

El flujo total de petróleo hacia los océanos procedente de fuentes humanas supera en diez veces, según se ha calculado, a las filtraciones de origen natural. El impacto general de tales vertidos petrolíferos sobre los ecosistemas oceánicos sigue siendo controvertido. Estudios efectuados sobre vertidos en California y en Massachusetts muestran niveles de impacto

---

[259] P. G. H. Frost, «Conservation of the Jackass Penguin (*Spheniscus demersus* L.) *Biological Conservation* 9:79-91, 1976; véase también G. G. Simpson, Penguins: *Past and Present, Here and There,* Yale University Press, New Haven, 1976, un libro estupendo escrito con la maestría y brillantez normales en Simpson.

muy distintos, aunque por lo menos resulta evidente que la adición de una mayor cantidad de petróleo a los océanos puede tener efectos nocivos sobre las poblaciones de una amplia gama de organismos, entre los cuales se encuentran peces, mariscos y otros invertebrados.[260]

Un método relativamente benigno de producir energía en favor de la humanidad es la construcción de presas con fines hidroeléctricos. Sin embargo, las presas conllevan graves costes ecológicos y el riesgo potencial de fallos catastróficos. Irónicamente dos de las más famosas especies amenazadas de Norteamérica lo están a causa de la construcción de presas. El diminuto pez babosa está amenazado por la presa Tellico, en Tennessee. Esta especie se ha convertido en un símbolo de la opresión humana sobre organismos poco conocidos, y su historia será narrada en el capítulo 8 desde un punto de vista político. El albarrán acicalado, una planta de flores amarillas de la familia de las escrofulariáceas, tiene dieciocho poblaciones conocidas en Estados Unidos, trece de las cuales quedarán anegadas por el proyecto de construcción de la presa Dickey Lincoln en el norte del Maine, por la Army Corps of Engineers.[261]

Este proyecto hidroeléctrico también destruiría el hábitat de muchas otras especies, entre las cuales destacan el pigargo, el águila pescadora, los linces, las nutrias y las martas, los alces y la trucha *fontinalis,* al tiempo que anegaría casi 140 millas cuadradas cubiertas de valiosa madera. Las líneas de alta tensión que irradiarían desde la presa llenarían de costurones otras 400 millas cuadradas de terrenos vírgenes. ¿Y todo esto para qué? Para sustituir entre un medio y un 1% del consumo de petróleo de Nueva Inglaterra por electricidad y proporcionar 68 empleos permanentes a expensas de mil millones de dólares aportados

---

[260] D. F. Boesch et al., *Oil Spills and the Marine Environment.* Ballinger. Cambridge, 1974.

[261] *IUCN Plant Red Data Book.* pág. 505; R. Peterson, «A blow against boondoggles», *Audubon,* mayo de 1980; pág. 129; para una visión en perspectiva histórica véase A. Morgan, *Dams and Other Disasters,* Porter Sargeant, Boston, 1971.

por el contribuyente. Y todo ello teniendo en cuenta que existen alternativas a la vez más baratas y mucho menos perjudiciales ambientalmente.[262]

A lo largo de todo Estados Unidos las presas no sólo anegan las poblaciones naturales sino que desvían las aguas de su curso natural y modifican y destruyen los hábitats ribereños que constituyen centros de diversidad biológica en zonas que por otra parte son secas y por tanto menos diversas.

La abundancia de presas es tremenda. Sólo el río Platte está represado cuarenta y dos veces a lo largo de los tres estados que cruza: Colorado, Wyoming y Nebraska.[263] El hombre y la vida salvaje entran en competencia por el agua de los ríos y, como es usual, la vida salvaje es la perdedora. Por otra parte, la manipulación del agua en el oeste no sólo destruye hábitats sino que, desafortunadamente, también puede convertirse en un sistema de trampas para otros organismos. Por ejemplo, las más de 3.000 millas de canales de irrigación fabricados con cemento, construidas por el Bureau of Reclamation y por intereses privados constituyen trampas mortales para aves, serpientes, coyotes, tejones, muflones de las Rocosas, antílopes y ciervos, entre otras muchas.[264]

Las presas se cobran su tributo en todo el mundo. En la India, la gramínea *Hubbardia* está probablemente extinguida como consecuencia de que una presa desviara el agua de una cascada que proporcionaba una pulverización que le resultaba vital. En Mauricio, un *Crinom* se extinguirá tan pronto como se cierren las compuertas de una presa y el embalse subsiguiente sea una realidad.[265] En la Unión Soviética se han levantado tantas presas en el curso del río Volga que éste ha podido ser descrito como «no tanto un río sino una cadena de dos

---

[262] R. W. Peterson, óp. cit.

[263] Bill Vogt, «Now the river is dying», *National Wildlife,* junio-julio de 1978.

[264] Guy Bonnivier, «Drowning wildlife», *Defenders,* febrero, 1980.

[265] *IUCN Plant Red Data Book,* óp. cit., págs. 227 y 63.

mil trescientas millas de depósitos, creada por las presas y centrales hidroeléctricas».[266] Lenin había dicho «El comunismo es poder para los Soviets junto con la electrificación de todo el país». En consecuencia, el símbolo de la Madre Rusia fue transformado y el Caspio, alimentado por el Volga, se empieza a secar. Asimismo, tres famosas especies de esturiones beluga fueron ahuyentadas de sus lugares de freza por las presas, y cuando a ello se añadió un poco de polución de las especies de esturiones cayeron en un grave declive.

El esturión, por supuesto, es la fuente de aquellos estupendos huevos denominados caviar. Con sus fuentes de caviar amenazadas, una reacción soviética mostró que el bando de los optimistas tecnológicos no está confinado a este lado del telón de acero. Químicos rusos han producido diversos tipos de sustitutivos del caviar, uno de los cuales es una mezcla de aceite de girasol, caseína, extracto de té y cloruro de hierro. Un chiste, común en Rusia, dice que ¡No es maravilloso que nuestros soberbios científicos soviéticos hayan producido un caviar artificial que es absolutamente indistinguible del auténtico, excepto por el sabor!

Los ecologistas soviéticos han afirmado, sin embargo, su adhesión para ayudar al esturión sitiado. Un distinguido poeta soviético, Andrei Voznezensky terminaba uno de sus poemas con este desafío:

> contrarrevolucionarios tecnológicos
> rehusar comer caviar sintético

El gobierno ruso ha reaccionado y ha puesto en marcha un programa global para salvar el esturión. Se trataba de un masivo intento de limpieza de las industrias de las cuencas del Volga y los Urales para reducir la contaminación. Y después de fuertes presiones los gestores de las presas están empezando

---

[266] C. R. Whitney, «Where caviar comes by the ton», *International Wildlife*, noviembre-diciembre de 1979.

a considerar a los peces en sus operaciones, lo que comporta el aumento del flujo de agua durante la estación reproductora.

Sin embargo, de acuerdo con el periódico *Sotsialisticheskaya Industria*, los esfuerzos no han permitido todavía obtener el desove por métodos naturales, lo cual se consigue, no obstante, mediante la manipulación en pesquerías, en donde los peces son desprovistos de sus huevos, los cuales son fertilizados de forma artificial. Los alevines resultantes son liberados, hasta que una vez adultos, sus hembras cargadas de la rica materia prima, se valoran actualmente a cien dólares al por mayor.[267]

EL DESARROLLO: DEFORESTACIÓN

La actividad humana individual que más amenaza a las especies animales y vegetales, a nivel mundial, es la tala de selvas. La gravedad de la deforestación en cuanto supone un ataque a la diversidad varía en gran medida de una selva a otra y según la intensidad y el tipo de deforestación. Por ejemplo, algunos organismos, tales como las plantas herbáceas, muchas mariposas, y aves, así como los ciervos, son habitantes de los márgenes del bosque o de áreas boscosas secundarias.

Por tanto, una cierta tala del bosque puede aumentar el hábitat adecuado para tales especies. No hay duda, por ejemplo, de que la diversidad biológica tanto en Europa como en Norteamérica se incrementó de entrada con el advenimiento de la agricultura y en algunas áreas sigue siendo actualmente más elevada que en tiempos de Jesucristo.[268]

---

[267] Ibíd.

[268] Técnicamente, los biólogos denominan el número total de especies presentes en una comunidad, *riqueza de especies*, mientras que la *diversidad de especies* incluye tanto dicha riqueza como el número de individuos de cada especie de la comunidad. Por ejemplo, una comunidad de mariposas constituida por cuatro especies, cada una de las cuales formada por 1.000 individuos, es considerada más diversa que otra formada por las mismas cuatro especies, pero representadas una por 3.700 individuos y las otras tres por sólo 100 cada una

Bosques templados

Sin embargo, este aspecto ya forma parte del pasado, en la mayor parte de las zonas templadas en las que la deforestación pudo suponer un aumento notable de la diversidad. La tendencia general sigue en buena medida otra dirección. El hábitat selvático virgen se reduce, y a medida que lo hace la variedad y la distribución de los organismos se reduce y fragmenta. El pigargo no está solo entre los organismos en peligro. En Estados Unidos, los leñadores de Montana, a los que se les atribuye la frase «No hay árbol más bonito que el cepellón (trozo de árbol que queda en la tierra, una vez ha sido talado)» amenazan los mejores hábitats residuales del lobo y del oso, y la situación que tiene lugar en la frontera del Canadá es igualmente grave.[269]

Entre el 30 y el 40% de las tierras de la zona templada septentrional están todavía cubiertas por bosques, la mayoría de ellos de coníferas (perennifolias). Las mayores reservas se encuentran en la Unión Soviética, aunque también subsisten amplias zonas en América del Norte.[270]

Sin embargo, los bosques de coníferas albergan relativamente pocas especies de plantas y animales y no pueden ser considerados como depósitos de diversidad de primera magnitud. Los bosques caducifolios —cuyos árboles presentan hojas planas que caen a la llegada del invierno— tienen una riqueza mucho mayor de flora y de fauna asociadas a su hábitat.[271]

Debido a la caída anual de las hojas, las silvas caducifolias generan un suelo muy rico en materia orgánica y en nutrientes, que, a su vez, soporta un ecosistema del suelo rico en especies,

---

de ellas. Para un tratamiento técnico breve véase E. R. Pianka, *Evolutionary Ecology,* 2a edición, Harper & Row, 1978. También en R. E. Ricklefs, *Ecology,* 2º edición, Chiron Press, Portland, 1973.

[269] Hank Fischer. «Mountain timber sales threaten Wolf, Grizzly», *Defenders,* febrero. 1980.

[270] *Ecoscience,* óp. cit., pág. 273.

[271] *Ecoscience,* óp. cit., págs. 145 y ss.

lleno de bacterias, hongos, nematodos, lombrices, ácaros e insectos, entre otros. Cuando un bosque de este tipo es talado, la calidad del suelo es amenazada no sólo por el aumento de la erosión producida por el viento y la lluvia sobre este suelo desprovisto ahora de su cubierta protectora, sino también por la propia falta de árboles.

En efecto, los árboles vivos actúan como si fuesen bombas gigantes, bombeando los nutrientes situados al final de sus raíces que están enclavadas en el suelo y depositándolos en las capas más superficiales del suelo a medida que aquéllos se desprenden de sus correspondientes hojas.

Los buenos suelos son la clave de la riqueza de los bosques caducifolios templados y de las tierras de labranza establecidas sobre ellos cuando se talaron los bosques (aunque no alcanzan la extraordinaria calidad de los suelos de pradera que constituyen la base de la productividad de la agricultura norteamericana). Sin embargo, debe realizarse con gran cuidado la labranza del suelo si se quiere evitar la pérdida de su riqueza. En Europa, la adecuada conservación del suelo es una tradición innata fuertemente implantada (cosa que no sucede en Estados Unidos).[272] Los campesinos de Baviera, por ejemplo, han plantado y segado los mismos suelos de origen selvático durante siglos al tiempo que cuidaban de mantener su fecundidad.

En la zona templada existe un acuerdo generalizado para la repoblación forestal a un ritmo que impedirá que disminuya la extensa proporción de tierras ocupadas por arbolado. Pero, exceptuando este punto, no existe un acuerdo acerca de cómo debe hacerse, especialmente por lo que respecta a la *calidad* de los bosques que deben ser mantenidos. Esto es, por supuesto, especialmente importante desde el punto de vista de las otras especies. Así, por ejemplo, un viejo y rico bosque del sudeste de Estados Unidos que contenga una gran diversidad de árboles

[272] Véase A. Ehrlich y P. Ehrlich, «A resource down the river», *Mother Earth News*, agosto-septiembre, 1980.

y organismos a él asociado, podría ser sustituido por un monocultivo de pinos para la obtención de pasta de papel. En este caso, la pérdida de diversidad sería muy elevada, aunque el *área* boscosa se conservaría. De manera similar, muchos bosques de las zonas templadas se mantienen abandonados en una forma que no protege el suelo, con lo cual los sedimentos y los nutrientes se pierden, contaminando a su vez los cursos de agua y reduciendo la capacidad regenerativa del propio bosque.

Existen muchas evidencias que indican que un bosque puede ser explotado e incluso talado, y recuperarse de forma bastante satisfactoria, aunque son necesarios un cierto nivel de conocimientos y cuidados.[273] Desafortunadamente, muchos bosques siguen siendo tratados como «ballenas terrestres», y a menudo son explotados de un modo descuidado con respecto a la producción de madera que pueden sostener y con demasiada preocupación (desde el punto de vista del mantenimiento tanto de dichas producciones como de la diversidad de las especies presentes) por la optimización del flujo de los recursos. Los bosques de las zonas templadas pueden servir al hombre directa e indirectamente, proporcionándole madera al mismo tiempo que mantienen los mecanismos de sus ecosistemas y sirven como inestimables reservas de diversidad, —si son gestionados de forma inteligente.

Selvas tropicales

El destino de las selvas tropicales constituirá en el futuro el principal factor determinante de la salud biológica de la Tierra. Estos extraordinariamente vulnerables ecosistemas son las mayores reservas individuales de diversidad biótica del planeta. Si se da por supuesto que alrededor de dos tercios de las especies de los trópicos se encuentran en las pluvisilvas, entonces entre las dos quintas partes y la mitad de *todas* las especies de

[273] Véase, por ejemplo, F. H. Bormann y G. E. Likens, *Pattern and Process in a Forested Ecosystem,* Springer-Verlag, Nueva York, 1979.

la Tierra se encuentran en las pluvisilvas, que ocupan únicamente un 6% de la superficie de la Tierra. Estas cruciales reservas siguen estando, en gran medida, sin catalogar; sólo cerca del 15% de sus especies han sido bautizadas, y se sabe muy poco acerca de su biología. Tal como ha señalado Peter Raven: «Se han gastado miles de millones de dólares en la exploración de la Luna, y en la actualidad sabemos bastante más acerca de este satélite que no de las pluvisilvas, por ejemplo, del oeste de Colombia....»[274]

Las perspectivas para las pluvisilvas tropicales (o como a veces se les llama, selvas tropicales húmedas) son mucho menos esperanzadoras que las de los bosques templados, como ha puesto de manifiesto Norman Myers.[275] Parte de las razones en las que se basan los lúgubres pronósticos de Myers radican en las características del propio ecosistema selvático.

A pesar de su exuberante apariencia, las pluvisilvas tropicales, las «junglas» de la ficción popular, crecen de ordinario sobre suelos muy pobres, muy distintos a los suelos ricos y profundos sobre los que se asientan los bosques caducifolios de la zona templada. Cuando las hojas de la pluvisilva caen y se des-

---

[274] «The destruction of the tropics», *Frontiers* 40:22-23, julio, 1976.

[275] El tratamiento subsiguiente del tema de las pluvisilvas tropicales se basa en buena medida en el informe preparado por Norman Myers para el Committee on Research Priorities in Tropical Biology del Research Council de Estados Unidos, la *Conversión of Tropical Moist Forest* de la National Academy of *Sciences*, 1980, y en *Ecoscience*, óp. cit. La definición dada por Myers de pluvisilva tropical es la de «selva perennifolia, o parcialmente perennifolia, en zonas que reciben un mínimo de 100 ml de precipitación mensual, a lo largo de dos o tres años, con una temperatura media anual de 24°C y esencialmente libres de heladas; en dichas selvas algunos árboles pueden ser caducifolios; este tipo de selvas se encuentran, generalmente hablando, por debajo de los 1.300 metros de altitud (aunque en la Amazonia suben a menudo hasta los 1.800 y en el sudeste asiático sólo hasta los 750), mientras que en los ejemplos maduros de tales selvas es posible distinguir varios estratos, más o menos, discernibles (pps. 11-12)». Las referencias a las fuentes principales de la diversidad de las estimas de especies de las pluvisilvas tropicales pueden verse en la página 14.

componen, los nutrientes liberados son absorbidos de forma inmediata por la maraña superficial de raíces y redepositados de nuevo en los árboles. La base de las extraordinariamente complejas redes tróficas de la pluvisilva tropical —y en consecuencia de su asombrosa diversidad específica— radica en la capacidad de los árboles para retener dentro del sistema los nutrientes esenciales.[276] Ello hace de las pluvisilvas tropicales un sistema mucho más vulnerable y expuesto a daños irreversibles que los bosques de las zonas templadas.

La apertura de pequeños claros en la pluvisilva y la posterior quema de árboles talados por parte de los agricultores que utilizaban el hacha y el fuego no causa daños permanentes. La tela de araña de las raíces penetra en el claro y recupera los nutrientes procedentes de las cenizas, mientras que los árboles adyacentes protegen el área abierta de la fuerza de la tempestad, y cuando el claro es abandonado por el agricultor, la selva es capaz de reinvadir el área y sanar la herida.

Supongamos, sin embargo, que la zona talada es mayor, tal como ocurre a menudo cuando la presión demográfica fuerza a los agricultores a volver a la zona talada antes de que haya sido plenamente reocupada por la selva. En este caso, las cenizas contendrán menos nutrientes y es preciso plantar un área mayor para compensar los menores niveles de productividad. Cuando una zona de gran tamaño queda expuesta al aire libre, las raíces no pueden llegar hasta el centro y el suelo está más expuesto a la calcinación por el sol tropical al tiempo que es también fustigado por las lluvias torrenciales características de aquellas zonas. En esas condiciones los aguaceros lavan los nutrientes del débil suelo y éste no puede ya ser cubierto de nuevo por los árboles como sucedería en un ecosistema de pluvisilva intacto.[277]

---

[276] N. Stark y C. Jordán, «Nutrient retention by the root mat of an Amazonian rain forest», *Ecology* 59:434-437, 1978.

[277] *Ecoscience* óp. cit., págs. 624-625.

En aquellas zonas donde el suelo es rico en hierro, este nutriente es uno de los últimos en desaparecer. Cuando queda expuesto al sol y al oxígeno, los suelos que lo contienen, llamados *lateríticos,* experimentan transformaciones químicas que convierten dicho nutriente en un material rocoso llamado *laterita* (derivado de la palabra latina para designar el ladrillo). Los suelos lateríticos sirven de base a 5 o 10% de pluvisilvas tropicales.

Las frecuentes pérdidas de nutrientes y la laterización (cuando tiene lugar) hace de los claros de las pluvisilvas lugares muy pobres para la práctica de la agricultura, además de convertirlos en lugares muy difíciles para la reforestación, en agudo contraste con lo que sucede en los bosques de las zonas templadas. Simplificando las cosas puede decirse que buena parte de las deforestaciones tropicales no sólo son irreversibles, sino que constituyen un despilfarro colosal puesto que no sirven para sostener ninguna actividad humana en las zonas en donde se ha llevado a cabo.

Desafortunadamente, las pluvisilvas constituyen en la actualidad el principal ecosistema sometido al más enérgico asalto por parte de la humanidad, mientras que se encuentra en el grupo de los más preciosos. En consecuencia, constituyen el más crucial frente de guerra en el que debe plantearse la batalla para la conservación de las biotas terrestres. Sin embargo, no se conoce con precisión el ritmo con que están siendo destruidos tales ecosistemas en la actualidad, y las estimas que de ello se han realizado han suscitado considerables controversias. En 1976 Adrián Sommer llevó a cabo un estudio pionero acerca del ritmo de destrucción y tala de las pluvisilvas tropicales que calculó, prudentemente, en aproximadamente unas 42.000 millas cuadradas de selva eliminadas por año, lo que suponen unos 50 acres por minuto.[278]

---

[278] . «Attempt at an assesment of the world's tropical moist forests», *Unasylva* 28:112-113, 1976.

Estimaciones más recientes, así como cálculos de futuro sobre las pérdidas que afectan a tales selvas, suponen que entre 1975 y el año 2000 se verán afectados no menos de 25 acres por minuto, lo cual, traducido a cifras anuales significa unas pérdidas de unos trece millones de acres de selva al año, una superficie aproximadamente igual a la de West Virginia.

Por otra parte, es preciso señalar que las estadísticas mencionadas se basan en la «conversión» de las selvas y que dicha conversión puede significar una multiplicidad de distintos procesos con impactos muy diferentes sobre la diversidad biológica. En su forma más benigna la conversión puede significar simplemente la tala selectiva de los árboles más preciados, lo cual deja la selva esencialmente intacta, a excepción de los pequeños cambios en relación con la abundancia de especies y de la distorsión ocasionada por las operaciones de tala que, si se procede con cuidado, pueden restablecerse rápidamente. Asimismo, en tales operaciones la distorsión de la fauna de la selva es mínima.[279] En el polo opuesto sin embargo, la conversión supone la eliminación total de la selva en base a la construcción de granjas o aldeas, o, en algunos casos, al desarrollo de virtuales desiertos. Tal fue el destino de 300 millas cuadradas del estado de Espíritu Santo en el Brasil cuando fueron talados los árboles para beneficio de la madera, de los pastos y de plantaciones de bananas. En 1978 el área se había convertido, rápidamente, en un desierto.[280]

No importa qué cifras se acepten ni cuáles sean los razonamientos que se asuman, lo cierto es que no hay sitio para la complacencia por lo que respecta al status de la principal reserva mundial de diversidad. Incluso las estimas actuales *más bajas* implican pérdidas desastrosas de especies y poblaciones en un futuro próximo. Si se considera que todavía quedan unos

---

[279] C. Wilson y W. Wilson, «The influence of selective logging on primates and some other animals in East Lalimantan», *Folia Primatologia* 23:245-274, 1975.

[280] *Time*. 22 de mayo de 1978.

cuatro millones de millas cuadradas de pluvisilvas tropicales relativamente intactas, que serán destruidas a un ritmo «lento» y constante de 25 acres por minuto, la mitad de tales selvas serán eliminadas en un siglo, y en dos habrán quedado completamente aniquiladas. Por lo tanto, es importante considerar los siguientes datos.

En primer lugar, la *diversidad biótica*, es decir, el número de poblaciones y especies que desaparecerán de forma mucho más rápida que las propias selvas. La razón principal estriba en el hecho que las pluvisilvas se encuentran en diversas partes del mundo que presentan floras y faunas completamente diferentes y que el ritmo de conversión de las mismas varía en gran medida de un lugar a otro. Una pluvisilva tropical especialmente rica puede representar sólo un 2% del total de la superficie terrestre ocupada por las pluvisilvas y en cambio contener el 4% de las especies de pluvisilva.

Por ejemplo, al ritmo actual, prácticamente todas las selvas que cubren las zonas bajas de las Filipinas, Malasia peninsular, Indonesia y buena parte del resto del sudeste asiático habrán desaparecido al finalizar el siglo XX. Se trata de un área de extraordinario interés para los madereros ya que los árboles dominantes de la selva, los dipterocarpos, producen una madera muy ligera y de gran calidad especialmente adecuada para la fabricación de tablones de contrachapado. Al mismo tiempo, se trata también de una zona de un interés biológico extraordinario, de modo que la magnitud de las pérdidas en especies en el sudeste asiático tendrá una proporción mucho mayor que la relativa al tamaño de la zona de selva que desaparece.

Otra razón por la cual la diversidad de la pluvisilva decrece a un ritmo desproporcionadamente grande es que la fragmentación de los hábitats ocasiona la extinción de muchos organismos que requieren grandes superficies para sobrevivir o de otros sensibles a los impactos del acoso o la contaminación que afectan a las reducidas islas de selva. Tal como se verá en el capítulo 9, tales islas serán objeto de una progresiva pérdida de diversidad a medida que se vayan viendo reducidas y aisladas.

En segundo lugar sería ilógico pensar que el ritmo de destrucción podrá ser mantenido en sus niveles actuales. Los países en los que se encuentran las selvas tropicales son bastante pobres y albergan poblaciones en rápido crecimiento que cercan las selvas a medida que crecen; del mismo modo la presión de las naciones poderosas para mantener su riqueza en un mundo escaso de recursos, también pueden actuar de forma nefasta sobre aquellas selvas.

Para obtener un cálculo más realista, se debe asumir que el ritmo de conversión de las selvas tropicales húmedas durante las próximas décadas crecerá en proporción al ritmo exponencial de crecimiento de la población humana en los países pobres.[281] Con una velocidad creciente de este tipo el ataque a la diversidad puede ocasionar pérdidas catastróficas de especies y de poblaciones dentro de los próximos quince o veinte años, mientras que la mayoría de las especies propias de la pluvisilva pueden desaparecer en un período entre treinta y cincuenta años.[282] Son cifras mucho más bajas que las estimadas por la

---

[281] Asúmase, además, que debe añadirse un 1% a la tasa de crecimiento de la población por los impactos generados en los países subdesarrollados (tales como la tala de selvas para la obtención de pulpa con destino al Japón). El otro 1% debe añadirse porque la diversidad de especies se extingue más rápidamente que la propia selva. Tomando una suposición, más bien optimista, de la tasa de crecimiento de la población del orden del 1,5 anual (aproximadamente un 1% menor que la actual), esto significaría que el ataque a la diversidad biológica de la selva crecería exponencialmente a un ritmo del 3,5% anual. Para las tasas de crecimiento de la población véase Population Reference Bureau (PRB), *1980 World Population Data Shee,* que se puede conseguir en Population Reference Bureau, P.O = Box 350121, Washington DC 20013.

[282] La ecuación básica que relaciona la parte remanente de la diversidad de la selva que disminuye. *D*. la tasa anual de depleción, Q_0 (como una fracción de la diversidad remanente), la tasa exponencial de crecimiento de la tasa de depleción, *r*, y el tiempo, en años, *t*, es:

$$D = (Q_0/r)\,(e^{rt} - 1) \qquad (1)$$

De donde, el tiempo, expresado en años, necesario para la depleción total de la diversidad (D = l) sería, mediante la manipulación algebraica de (1) y la sustitución de Q_0 por 0,01:

opinión conservadora, que basándose en la teoría de la «continuación del ritmo actual» calcula únicamente cien o doscientos años para la desaparición de la mitad y la totalidad, respectivamente, de las selvas. Pero incluso un siglo o dos son muy poco tiempo para la vida de una especie como el *Homo sapiens* que ha durado milenios y planea durar muchos más.

Puesto que las estimaciones más pesimistas pueden ser también las más realistas, no hay tiempo que perder discutiendo acerca de si la principal reserva de diversidad de la Tierra está siendo maltratada. De algún modo hay que reducir, tan pronto como sea posible, las presiones crecientes que pesan sobre las pluvisilvas tropicales.

Básicamente tales presiones proceden de la agricultura, la actividad forestal y el pastoreo, y en menor cantidad de la recolección de leña. La principal amenaza de las selvas tropicales procede del aumento del número de agricultores que cultivan sus productos para su propia subsistencia o para servir mercados locales o lejanos. Tales agricultores convierten rápidamente grandes zonas antaño sometidas a prácticas tradicionales de tala y quemado de la vegetación, en zonas taladas permanentes según un modelo de destrucción. La espiral descendente

---

$$t = (1/r) \ln (100r + 1)$$

El valor $Q_0 = 0{,}01$ asume que la diversidad actual disminuye a un ritmo del 1% anual, una cifra próxima a las estimas de la tasa de eliminación de las selvas más corrientes (Myers, óp. cit. pág. 25). En este supuesto y con $r = 0{,}035$, la mitad de las poblaciones y de las especies de las pluvisilvas tropicales se extinguirían a comienzos del siglo XXI y ninguna de ellas sobreviviría al año 2025.

Supongamos una cifra menos conservadora para Q_0, por ejemplo, el 2% anual; una cifra que se suele considerar razonablemente próxima al margen superior de la tasa de conversión (Myers. loc. cit.). Entonces, con $r = 0{,}035$, la diversidad habría quedado reducida a la mitad en el año 2000 y a cero para el 2010. Por supuesto que todas estas estimas no tienen en cuenta la posible disminución de las tasas como consecuencia de una buena gestión de las reservas o de la modificación de las prácticas agrícolas y forestales sobre la preservación de la diversidad.

que se ha descrito funciona actualmente en la totalidad de las áreas de bosque tropical, empujando a los actuales pobladores de las selvas lluviosas hacia el mismo destino bajo el que sucumbieron hace mucho tiempo las civilizaciones Khmer y Maya.[283] Con una situación alimentaria mundial que ya es crítica y con las poblaciones tropicales en aumento está claro que si el punto de vista liberal sobre las pluvisilvas continúa, el ritmo de conversión hacia la agricultura se acelerará rápidamente. El destino del hábitat del chimpancé empujado hacia el este desde las riberas del lago Tanganica y el de la cuenca fluvial que alberga las mariposas *Heliconius* en Trinidad, representará en buena medida el de la mayoría de las pluvisilvas tropicales.

Casi la mitad de la madera cosechada anualmente en todo el mundo es usada como leña, mientras que una cantidad situada entre las dos quintas partes y la mitad del resto son utilizadas para aplicaciones relacionadas con la construcción, la fabricación de muebles y otros usos de «madera sólida», de los cuales las dos terceras partes pertenecen a países ricos. La otra quinta parte no sometida a usos energéticos se emplea para la obtención de pulpa con la que manufacturar periódicos, libros y cartonajes. Hacia finales del siglo XX se piensa obtener más del doble de la madera que se produce actualmente, de cuyo montante total más de dos terceras partes se dedicarán a su uso como madera sólida y para la obtención de pulpa.

Este proyecto amenaza especialmente a las selvas húmedas tropicales, que debido a que sus árboles son más macizos contienen tanta madera como los bosques templados, pero que en la actualidad sólo constituyen una décima parte del total de madera y pulpa obtenidas. Así pues, es fácil pensar que tales selvas serán más explotadas en el futuro para atender el crecimiento de la demanda. Esto es todavía más probable si se tiene en cuenta que los recientes avances tecnológicos han hecho posible la conversión de una diversidad de bosques tropicales en

[283] *Ecoscience*, óp. cit., pág. 626.

pulpa o en madera sólida. El ritmo de depredación de las selvas del sudeste asiático ha crecido cuando el Japón, ávido de pulpa, ha pensado en estos lugares como único método de satisfacer sus necesidades. En la medida en que las selvas, desde Tasmania a Indonesia, Malasia y Filipinas sean reconvertidas por las plantas madereras, el porvenir para los habitantes de dichas selvas, desde el orangután y el rinoceronte de Sumatra, hasta el más insignificante de sus ácaros será trágico.

Debido a la estructura de las selvas tropicales, el impacto de la tala, aunque no implique más que la de algunos árboles, y no la eliminación de toda la cubierta arbórea, es muy a menudo mucho más grave que el que tiene sobre los bosques de la zona templada. Los árboles más apetecibles desde el punto de vista comercial son frecuentemente los más altos, es decir, árboles gigantes que levantan sus copas por encima de los cincuenta metros de altura pero que están conectados (a diferencia de lo que sucede con los bosques templados) con otros árboles por medio de largas y vigorosas lianas. Cuando un árbol de este tipo cae, varios de sus vecinos pueden sufrir roturas o ser arrastrados en su caída. Por otra parte, los árboles de una pluvisilva rica en especies están rodeados de miríadas de enemigos, entre los cuales cabe citar especialmente bacterias, hongos e insectos. Lo que podría parecer una herida trivial, como, por ejemplo, una rama rota o un trozo de corteza levantado, puede ser el punto de partida de un ataque mortal. En el sudeste asiático, se viene señalando de forma continuada en informes específicos que entre uno y dos tercios de los árboles dañados por los leñadores mueren a consecuencia de esta especie de heridas triviales.

Además, grandes zonas se ven afectadas por el transporte de los troncos y la construcción de pistas para proceder a su extracción o por la creación de depósitos de madera. En algunos casos, casi un tercio de la zona sometida a la obtención de madera puede ser desalojada por completo al tiempo que, en buena parte de la zona, el suelo es compactado o dañado por la maquinaria pesada utilizada en las labores de extracción.

La tercera fuerza en importancia que ejerce un influjo destructor sobre las pluvisilvas es la ganadería. Esta práctica se concentra en casi su totalidad en el Hemisferio Occidental, donde grandes extensiones están siendo convertidas en pastos para el ganado vacuno. En la cuenca del Amazonas y en América Central constituye la principal causa de deforestación. En los doce años anteriores a 1978, 30.000 millas cuadradas, en la zona del Amazonas, en Brasil, fueron taladas para dar cabida a 336 ranchos que albergan 6 millones de cabezas de ganado vacuno. En América Central, entre 1950 y 1975, se superó el doble de la superficie de la tierra dedicada al pastoreo, obteniéndose casi todas las tierras para ello de la deforestación de selvas vírgenes.

¿Por qué de repente los latinoamericanos se han puesto a emular a los téjanos? La respuesta es puramente económica. Los países ricos aumentan sus demandas de ternera «no inflacionaria», y las pluvisilvas están siendo sacrificadas para producir una abundancia de carne destinada casi por completo a las hamburguesas que sirven las cadenas de comida rápida. La ternera puede ser producida a muy bajo coste en los países pobres como consecuencia de la disponibilidad de trabajo y de tierra baratos (la «inútil» pluvisilva). La ternera criada en los pastos de Latinoamérica llega al mercado norteamericano a un cuarto del valor que alcanza la ternera criada en Colorado. Aunque el montante de las importaciones procedentes de América Latina no supone más que el 1 o el 2% del consumo total de ternera en Estados Unidos, reduce en cinco centavos, aproximadamente, el precio de la hamburguesa. Irónicamente, al tiempo que más de un cuarto de la totalidad de las selvas vírgenes de América Central han sido destruidas en los veinte últimos años para producir ternera para Estados Unidos, el consumo per cápita de ternera en los países de América Central ha bajado sustancialmente.[284]

---

[284] Declaración de Peter H. Raven ante el Subcommittee in International Organizations, Committee on Foreing Affairs, Congreso de Estados Unidos, 7 de

Las perspectivas indican que la tala de las selvas para la práctica del pastoreo aumentará puesto que la demanda de carne no hará más que aumentar y la tentación de vender será irresistible para muchos países pobres. Desafortunadamente, muchas zonas selváticas no resultan muy adecuadas para el pastoreo una vez han sido taladas, de modo que debe sacrificarse un pequeño trozo de selva para cada res. Por otra parte, si se considera globalmente, la actividad ganadera la mayoría de las veces no puede sostenerse por mucho tiempo puesto que los ranchos establecidos en una gran mayoría de terrenos previamente ocupados por selvas tropicales propias de tierras bajas resultan ecológicamente inestables y su fertilidad declina de un modo tan rápido que la cría de ganado resulta antieconómica en un tiempo aproximado de una década. Además, la estructura de la mayoría de suelos es tal que los fertilizantes artificiales no sirven, aún en el caso que su uso fuera económicamente aceptable.[285]

Al visitar Panamá, hace diez años, resultó impresionante que la mayoría de las selvas quedaran tan lejos de las carreteras debido a que las parcelas más accesibles habían sido esquilmadas por la gente en busca de leña. Sin embargo, hoy día la tala para la obtención de leña es sólo un factor relativamente pequeño en comparación con las causas primarias de conversión de las pluvisilvas, puesto que la mayor parte de la leña es obtenida de las malezas, sabanas e islotes de matas y arbustos. No obstante, es lógico pensar que a medida que el crecimiento demográfico en los trópicos húmedos continúe y otras áreas se agoten, la presión sobre las pluvisilvas en busca de leña ha de aumentar. Ya existen indicios de esta tendencia en países como Tailandia, donde la leña y el carbón vegetal son comercializados a medida que la selva próxima a la ciudad de Bangkok se aleja.

---

mayo de 1980, pág. 8 (multicopia).

[285] Ibíd., págs. 9-10.

En resumen, a menos que se emprenda un drástico movimiento para salvar las pluvisilvas, la mayor parte del inmenso número de poblaciones y especies que actualmente viven en las selvas tropicales húmedas se extinguirán rápidamente en un corto período de tiempo.

TRANSPORTE

Una de las actividades humanas que a menudo conduce a las especies a su extinción es el transporte de determinados organismos. El desplazamiento de vegetales y animales desde los ecosistemas en que han evolucionado hacia otros lugares en los que los vegetales y los animales nativos carecen de experiencia alguna relacionada con ellos tiene, a menudo, resultados catastróficos para la comunidad que los recibe.

Como ya se ha comentado anteriormente, las floras y faunas insulares son especialmente susceptibles de alteración si se introducen especies exóticas. A menudo, se trata de floras y faunas evolucionadas en ausencia de buena parte de los depredadores y los competidores con que se enfrentan sus homólogos del continente, y en consecuencia pueden haber perdido su capacidad para defenderse o para triunfar en la pugna por el alimento. La selección natural opera con parsimonia; los individuos que gastan energía en defenderse tendrán menos energía para emplearla en la reproducción de la especie, y, por lo tanto, en ausencia de depredadores que coevolucionen con ellos, estarán en desventaja en relación con aquellos que gastan menos energía en defensa y por tanto son capaces de reproducirse más. A la larga, y con el transcurso de muchas generaciones, el resultado será una disminución de la capacidad defensiva de la población.

Esta es la razón por la que las plantas de Hawái están relativamente desprotegidas. En Hawái no existían ni mamíferos herbívoros ni prácticamente plantas venenosas, mientras que los compuestos químicos aromáticos o perfumados que señalan las defensas de los vegetales actuaban, generalmente, en grado

mínimo. En la fragante familia de las labiadas, las especies nativas de Hawái son inodoras, mientras que la mayor parte de las plantas carecen de espinas y similares que se encuentran en sus homólogos continentales. Las zarzas de las islas Sandwich, por ejemplo, carecen de aguijones.[286] En consecuencia, las plantas nativas están siendo arrinconadas por la presión de los herbívoros y la de las malas hierbas de modo que diversos géneros de plantas autóctonas están siendo extinguidas actualmente.

A pesar de todo, se puede decir que las islas Hawái han tenido suerte en comparación con lo que ha sucedido en algunas otras islas, que han sufrido las consecuencias de la introducción de una especie no nativa; la cabra, a veces bautizada de modo más preciso con el nombre de «langosta con cuernos». La isla de Santa Helena, en el Atlántico Sur, estaba antiguamente cubierta por un denso bosque, pero, a consecuencia de la tala efectuada para aprovechar la madera, las cabras se comieron los renuevos impidiendo que rebrotaran y convirtieron la isla en un erial rocoso a principios del siglo XIX. En la isla de Santa Catalina, en California, las cabras contribuyeron a la destrucción de cuarenta y ocho especies vegetales indígenas y otras dieciocho exóticas, y por supuesto, de los animales asociados a las plantas. En la isla de Santa Catalina, la disminución del número de reptiles, aves y pequeños mamíferos se ha relacionado en todos los casos con los daños causados por las cabras.

Las cabras, así como las vacas, cerdos, perros y gatos, están destruyendo actualmente la flora y la fauna autóctonas del lugar de nacimiento de la teoría de la evolución, las islas Galápagos. Las cabras han devorado buena parte de la vegetación necesaria para la manutención de las iguanas terrestres de la isla de Santa Fe y empujaron, alrededor del año 1971, a las iguanas y a las plantaciones de tomate de las Galápagos al

---

[286] La información sobre las plantas hawaianas está ampliamente basada en S. Carlquist, *Hawáii: A Natural History,* Natural History Press, Garden City, N.Y., 1970; y observaciones personales realizadas conjuntamente con el botánico Eichard W. Holm.

borde de la extinción. En aquel año el Servicio del Parque Nacional de las Galápagos exterminó las cabras de la isla de Santa Fe, y en la actualidad tanto las iguanas como las plantaciones de tomates se están recuperando,[287] aunque las poblaciones de otras islas del archipiélago están todavía en peligro. Afortunadamente la iguana marina no parece estar en peligro, puesto que escapa a la competencia de las cabras al alimentarse de las plantas marinas bajo el agua.

La tortuga gigante de las Galápagos, que en la actualidad se encuentra gravemente amenazada por las especies introducidas, fascinó particularmente a Darwin. Alrededor del último millón de años, cada isla evolucionó de forma peculiar y distintiva, de modo que el origen de una tortuga individual resultaba claramente discernible para el ojo experimentado con sólo atender a la forma del caparazón. La humanidad infringió un primer golpe mortal a estas desafortunadas bestias cuando los balleneros y otros navegantes las exterminaron a miles como provisión para sus naves; a menudo, las tortugas eran embarcadas vivas en sus goletas puesto que podían almacenarse fácilmente durante meses, lo cual aseguraba el suministro de carne fresca. Entre 1811 y 1844 los cuadernos de bitácora de los barcos americanos, registran la extracción de más de cinco millares de tortugas. Algunos barcos tomaron a bordo «entre seis y nueve centenares de las más pequeñas cuando abandonaron las islas para proseguir su singladura».[288]

Las acciones de balleneros y cazadores de focas que tuvieron lugar en esa época son fácilmente comprensibles, pero lo que es difícil de comprender es el comportamiento de expediciones «científicas» a finales del siglo XIX y principios del XX. El ecologista Ian Thorton ha escrito en su historia natural

---

[287] K. A. Christian, «Endangered Iguanas», *Bio Science* 30:76, 1980. Para más detalles sobre la historia natural de las iguanas y otras especies de las Galápagos véase la excelente obra de Ian Thorton, *Darwin's Islands*, Natural History Press, Garden City, Nueva York, 1971.

[288] Capitán Benjamín Morrell, citado en *Darwin's Islands,* óp. cit., pág. 135.

de la islas: una y otra vez, los científicos, recolectando con frecuencia ejemplares en una misma isla habían declarado extintas las tortugas de dicha isla sólo para que una expedición posterior descubriera supervivientes que eran prontamente desollados y llevados como preciosos ejemplares de una raza «moribunda».[289] Cuatro expediciones a la isla Duncan (o Pinzón) en 1897, 1898, 1900 y 1901, respectivamente, recolectaron, cada vez, los «últimos supervivientes» de la raza local. Cuando la isla fue visitada en los años 1905-1906 por una expedición de la California Academy of Sciences, los visitantes encontraron 86 tortugas en la isla, con las que cometieron una carnicería «por motivos de estudio». Sesenta de las que sucumbieron eran hembras.

La academia, que en la actualidad es un gran centro de investigación sobre todo lo relativo a las islas Galápagos, fue casi directamente responsable del exterminio de la raza de la Pinzón, pero, milagrosamente, las tortugas se salvaron de la catástrofe y sólo se encuentran amenazadas en la actualidad por las ratas que empiezan a proliferar en las islas. Aparentemente, no han sobrevivido individuos jóvenes en los últimos cincuenta años, ya que todos ellos han sido devorados por las ratas.

De las quince razas originales de tortugas que habitaban las Galápagos, cuatro se han extinguido ya. De las otras once, tres presentan poblaciones que parecen subsistir plácidamente, aunque este dato resulta un poco difícil de mantener en el caso de animales que viven más de cien años. Las ocho razas restantes presentan peligro de extinción; los huevos y las crías son comidos por ratas, cerdos, perros y gatos, mientras que los gatos silvestres y los asnos compiten con ellas por sus plantas nutricias. Además, sufren esporádicas cazas furtivas. A despecho de ataques masivos y directos que el hombre ha infringido a tales criaturas, fascinantes e indefensas, resulta evidente que el factor determinante de su extinción proviene no de la caza sino

[289] Ibíd., pág. 137.

del transporte efectuado por el hombre que ha introducido otros animales en las Galápagos.[290]

La introducción de plantas y animales exóticos ha tenido las consecuencias más espectaculares en islas pequeñas, pero también ha sido responsable de la extinción de innumerables poblaciones en islas grandes y zonas continentales. La flora y la fauna nativas de Nueva Zelanda se han visto asoladas por la importación de plantas y herbívoros. El bello pájaro azul oriental de Norteamérica ha visto seriamente reducida su población durante el último siglo a causa de la abrumadora competencia en la búsqueda de lugares de anidación por parte de dos especies de pájaros exóticos introducidos, el estornino y el gorrión.[291] Por otro lado, en algunas zonas, las mariposas de la col importadas de Europa han supuesto una abrumadora competencia para las poblaciones de las mariposas de la col nativas de América del Norte. Recíprocamente, en Inglaterra la importación de la ardilla gris americana ha expulsado a la forma roja nativa de vastas extensiones de su antiguo territorio. La enfermedad holandesa del olmo, procedente de Europa continental, ha matado numerosas poblaciones de olmos ingleses y americanos, mientras que otro hongo, el que ataca al castaño, introducido accidentalmente en Estados Unidos a través de plantas de vivero procedentes de Asia, ha conducido a los castaños americanos a su virtual extinción.[292]

Las especies introducidas han afectado la flora y la fauna prácticamente en todas partes, aunque ello no resulte evidente para el observador no experimentado. Vastas zonas de todos

---

[290] C. G. MacFarland y al., The Galápagos giant tortoises *(Geochelone elephantopus).* Part I. Status of surviving populations», *Biological Conservation* 6:118-133, 1974.

[291] L. Zeleny, «Nesting box programs for bluebirds and others passerines», en S. A. Temple, ed., *Endangered Birds: Management Techniques for Preserving Threatened Species.* University of Wisconsin Press, Madison, 1977, pág. 55.

[292] Para más detalles sobre las invasiones véase la clásica obra del biólogo C. S. Elton *The Ecology of Invasions by Animals and Plants,* Londres. Methuen, 1958.

los continentes están actualmente ocupadas por malas hierbas exóticas, robando su espacio a las plantas nativas y comprometiendo a menudo el soporte que éstas prestan a la vida animal local (puesto que una razón para su éxito estriba en que han dejado atrás, en sus lugares de origen, buena parte o la totalidad de sus enemigos). Y con las plantas, los animales herbívoros y los animales de «escarda» (como, por ejemplo, los gatos silvestres, los conejos y las mangostas) que el *Homo sapiens* ha transportado hasta los confines de la tierra. El número de poblaciones y especies de cuya aniquilación son responsables nunca podrá ser evaluado, aunque, ciertamente, es enorme.

RECREO

Paradójicamente, algunas acciones sinceras relacionadas con la apreciación de la complejidad y belleza de los ecosistemas naturales pueden, a veces, contribuir a su extinción. Un problema de este tipo que se planteó de forma continua en la zona de investigación de Stanford's Jasper Ridge Biological Preserve consistió en el control de las actividades de científicos, estudiantes y público en general durante sus paseos con el fin de minimizar el impacto sobre la flora y la fauna. Una gran afluencia de visitantes, no importa cual sea el grado y meticulosidad del control que se ejerza sobre ellos, lleva inevitablemente al ensanchamiento de los senderos, la compactación del suelo y al pisoteo de las plantas, entre otras cosas. En las reducidas zonas de suelo serpentínico que constituyen el hábitat de la mariposa ajedrezada *bayensis,* incluso pequeñas amenazas como éstas pueden poner en peligro la supervivencia de la mariposa. Además hay que tener en cuenta que es en primavera cuando las mariposas vuelan y las plantas estallan en su floración; pero también es en primavera cuando aumenta la afluencia de visitantes y es entonces cuando el suelo, que está húmedo por la lluvia caída, resulta más vulnerable.

Actualmente, en las Galápagos se puede observar con satisfacción cómo el gobierno ecuatoriano exige a los turistas un

cuidado estricto de los trazados cuidadosamente planificados con el fin de reducir al mínimo el daño a la ya amenazada naturaleza. Asimismo, los naturalistas que guiaban nuestro barco, el Buccaneer, advertían a los turistas la necesidad de respetar los senderos, acción en la que cooperaban de forma entusiasta el grupo de alumnos de Stanford, entre los que se incluían hombres de negocios, abogados, médicos, maestros de escuela y amas de casa.

Especialmente vulnerables a la amenaza que representan las pisadas de una gran cantidad de personas son algunos hábitats alpinos de tundra, ya que sus majestuosas montañas y las espectaculares flores alpinas que pueden verse en estos lugares atraen a un gran número de turistas que pueden ocasionar graves deterioros en la fauna y flora de montaña. Así por ejemplo, existe una gran preocupación en torno al impacto turístico sobre la tundra adyacente a Trail Ridge Road, en el Rocky Mountain National Park, en Colorado.[293] Este lugar, que se encuentra a 12.000 pies de altitud es, no obstante, de fácil acceso a través de una carretera asfaltada que parte de la ciudad de Denver y llega a su destino en un par de horas. Que esta área pueda observar el impacto del proyectado aumento de visitantes sin ser destruida (como sucede en otras áreas semejantes como Pikes Peak) no está claro. Por ejemplo, en una zona tan concurrida como las White Mountains, en New Hampshire, los excursionistas han destruido dos de las tres poblaciones que quedaban de la cincuefolia de Robbins.[294]

Los efectos de las pisadas humanas pueden ser tan sutiles como sustanciales. Un estudio llevado a cabo en Inglaterra puso de manifiesto que el efecto de las pisadas sobre la diversidad animal que vive entre la materia orgánica del suelo (las hojas caídas) puede ser nefasto y, lo que es aún más grave, este

---

[293] J. Marr y B. Willard, «Persisting vegetation in a Alpine recreation area in the Southern Rocky Mountains, Colorado», *Biological Conservation* 2:97-104, 1970.

[294] *Endangered Species Technical Bulletin*, Departamento de Interior, abril 1980.

efecto tiene lugar antes de que resulte evidente cualquier síntoma sobre la vegetación circundante, de modo que puede suceder que un lugar superficialmente intacto esté sufriendo un serio daño a un nivel más oculto.[295]

Por otra parte, los efectos de las pisadas no se limitan a los ambientes terrestres. En la barrera coralina de Tague Bay, en St. Croix, se llevaron a cabo unos estudios intensivos sobre los cardúmenes de alevines de peces roncadores o hemulones, estos pequeños peces cazan en solitario durante la noche a los diminutos animales que se encuentran entre las praderas sumergidas de la bahía y permanecen agrupados durante el día sobre el coral.[296]

El estudio de estos peces requirió tanto el marcado de los individuos como la observación intensiva de los cardúmenes localizados en torno a un gran banco a cuatro pies de profundidad sobre los corales de la barrera de Tague Bay. Incluso se llegó a formar parte del propio experimento, puesto que los dedos de los investigadores se aferraban a las ramitas del coral y las rompían. A veces, cuando el arrecife era batido por las olas se rompían más fragmentos al asirse del mismo. Así pues, muy pronto, el complicado y ritualizado modelo de idas, en la oscuridad, y venidas, al alba, empezó a cambiar y tras un período de varios meses el cardumen se dispersó.

Actualmente no existe ningún cardumen, de proporciones considerables, que ocupe la zona de seis por seis yardas de coral que fue alterada de forma gradual con dicho experimento. Por el contrario, otro hábitat del cardumen que se había estudiado en las Grenadines, en aguas más profundas, no fue alterado en absoluto, y en 1979, ocho años después de las primeras

---

[295] E. Duffey, «The effects of human trampling on the fauna of grassland litter», *Biological Conservation. 7:255-274*, 1975.

[296] P. Ehrlich y A. Ehrlich, «Coevolution: Heterotypic Schooling in Caribbean reef fishes», *American Naturalist* 107:157-160, 1973; J. Odgen y P. Ehrlich, «The behavior of heterotypic resting schools of juvenile grunts (Pomadasyidae)», *Marine Biology*, págs. 273-280, 1977.

observaciones, el lugar continúa ocupado por hemulones juveniles.

En algunas zonas, los arrecifes también son dañados por las anclas de los yates. Uno de los pequeños arrecifes en estudio, el Palm Island, en las Grenadines, fue totalmente destruido por aquella causa, y asimismo, alrededor de una quinta parte del coral de Fort Jefferson National Monument en Dry Tortugas, Florida, ha sido dañado por el mismo motivo.[297] De la misma manera, otro trabajo reciente señala que los arrecifes próximos a Heron Island, a sotavento del margen meridional de la Gran Barrera coralina australiana, han sido dañados seriamente por las pisadas de los paseantes durante la bajamar.[298]

Cuando las máquinas forman parte del recreo humano, entonces la amenaza para las especies marinas crece enormemente. Más de la mitad de las muertes atribuibles al hombre del manatí de Florida, de hábitat acuático, son producidas por las cuchilladas que infringen a estos animales las hélices de los fueraborda. El manatí o vaca marina, animal oficial de Florida tiene «Bigotes y piel gruesa y arrugada. Es demasiado grueso: más de 2.200 libras en un cuerpo rechoncho.»[299] Este perezoso animal se alimenta de hierbas acuáticas y es el más gentil de los mamíferos, ya que no ataca ni aún en el caso de que su cría esté amenazada. Además, desde siempre ha sido muy buscado para el consumo humano ya que su carne tiene el mismo sabor que la ternera, su hueso es parecido al marfil, y su aceite y su piel pueden curtirse. Además, tiene un gran potencial como organismo eficaz en el control biológico de las hierbas exóticas que tienden a sofocar los ambientes acuáticos procedentes de lugares más cálidos.

---

[297] G. Davis, «Anchor damage to a coral reef on the coast of Florida», *Biological Conservation* 11, 29, 1977.

[298] D. Woodland y J. Hooper. «The effect of human trampling on coral reef», *Biological Conservation* 11, 1-3, 1977.

[299] *Time,* 24 de marzo de 1980.

Los manatís jóvenes son muy juguetones, se «besan» con sus hocicos y se abrazan con sus aletas, pero por desgracia estas bestias no son suficientemente amorosas. Las hembras alcanzan la madurez sexual a los siete u ocho años y los machos no llegan a la misma hasta los nueve o diez; una vez sexualmente activa, la vaca marina no pare más que una vez cada tres años, una ínfima tasa de reproducción si se compara con los daños que le infringen las hélices (que han dejado cicatrices en una proporción significativa de las 800 a 1.000 vacas marinas que hay actualmente en Florida), ni con otros peligros de origen diverso. La gente, a veces, se divierte hostigando a estos animales, e incluso han llegado a matarlos deliberadamente. Por otro lado, algunos de ellos caen en las estructuras de control de la corriente o quedan atrapados en los aparejos de pesca, a la par que otros son aplastados por las gabarras. El resultado final es que estos animales, que han dado pie a la leyenda de las sirenas, quizá dejarán de existir muy pronto.

Destinados al puro recreo destructor, los vehículos que se utilizan para circular fuera de la carretera u ORV (del inglés «off-road vehicles») son, sin embargo, mucho más dañinos que los fueraborda. En la actualidad, existen, en Estados Unidos más de ocho millones de motos todo terreno, vehículos con tracción a cuatro ruedas o vehículos todo terreno, buggies para andar por la arena y otros ORV (sin contar los vehículos especiales que se emplean para andar por nieve). Dichos vehículos constituyen la base de una industria que mueve muchos millones de dólares y por este motivo cuentan con el respaldo de poderosas fuerzas económicas y políticas. Tal como ha dicho el zoólogo de la Universidad de California, Robert Stebbins: «la economía americana ha encontrado una nueva área de expansión y con ella se ha iniciado un persuasivo proceso de convencimiento de la gente, que tiende a considerar como una forma aceptable de actividad humana el que los vehículos de este tipo se paseen por los espacios naturales de la nación.»[300]

[300] Stebbins. «Off-road vehicle impacts on desert plants and animáis and BLM management prescriptions» manuscrito preparado para *The California Desert:*

Los anuncios publicitarios muestran actualmente tales vehículos circulando por el país y levantando nubes de polvo, mientras que a los niños se les proporcionan juguetes ORV.

Por lo demás, es raro el hábitat en el que un vehículo pueda abandonar la ruta prefijada sin causar daño. Hace muchos años, cuando se intentó por primera vez controlar y restringir el acceso a Jasper Ridge, se contrataron guardias para que patrullaran con vehículos, aunque ellos persistieron en abandonar las calzadas para perseguir a los intrusos y pronto tuvieron que ser cesados en su actividad porque una sola salida de la ruta podía causar más daños que centenares de montañeros.

Los ORV estándar, con sus neumáticos de grueso dibujo son un artilugio casi ideal para destrozar la vida vegetal y destruir el suelo; incluso conduciendo con extremo cuidado, una moto todo terreno puede degradar cerca de un acre de tierra durante un paseo de veinte millas, mientras que un vehículo de tracción a cuatro ruedas puede causar el mismo impacto en sólo seis millas de recorrido. Tal como ha comentado el Council on Environmental Quality: «En primer lugar y básicamente los ORV comen tierra... Los ORV atacan la relativamente delgada capa de roca desintegrada y materia orgánica de la que depende toda la vida terrestre, es decir, el suelo, por lo que tales vehículos pueden tener efectos terriblemente devastadores en cuanto a los recursos naturales se refiere.» En muchas zonas donde los ORV denudan la vegetación se inicia inmediatamente un proceso de erosión que acentúa la degradación. En la zona costera montañosa de California, en las inmediaciones de Santa Cruz, los senderos causados por el paso de los OVR, alcanzan, en ocasiones, al embarrancarse, profundidades de hasta ocho pies.[301]

An Introduction to Natural Resources and Man's Impacts, publicación especial n° 5. California Native Plant Society, 2380 Ellsworth. Berkeley, CA 94704, 1980.

[301] La cita y la información de Santa Cruz proceden del editorial de *Wild America* de julio de 1979, publicada por la American Wilderness Alliance.

Una alarmante destrucción, dado su grado de intensidad, se ha producido en los desiertos del sudoeste del país como consecuencia de la utilización de los ORV. Dicha destrucción empieza a estar documentada y, por lo tanto, frenada, pero tardará varios años (en el caso de que se prohíba la circulación de los ORV), e incluso siglos, en recuperarse. En zonas extensas, la delicada e importante película superficial del suelo del desierto ha sido rota, incrementando el peligro de erosión por el viento y las tormentas de polvo. Todo ello degrada además la calidad del oxígeno y, en el sudoeste, transporta las esporas del hongo que produce la fiebre conocida con el nombre de coccidioidomicosis.[302]. Por supuesto, todos estos efectos destructores pueden contribuir también a producir cambios climáticos locales.

En aquellas áreas en las que se utilizan asiduamente los ORV, el suelo del desierto está completamente denudado de vegetación.

Ello, como es lógico, ahuyenta también a las poblaciones animales que dependen de las plantas. Por otra parte, esta alteración tiende a actuar en contra de las plantas nativas y a favor de malas hierbas, como, por ejemplo, el cardo ruso que se extiende cada vez más a lo largo y ancho de las zonas desérticas del sudoeste de Estados Unidos. F. R. Fosberg, botánico del United States National Museum y una autoridad mundial en malas hierbas, escribió en 1974 al Bureau of Land Management (BLM) acerca del deterioro de los desiertos que se encontraban bajo la jurisdicción de dicho organismos.

Cuando el hombre se desplaza andando no produce otro efecto sobre la vegetación del desierto que el que pueda ocasionar otro tipo de animal grande. Pero cuando utiliza las máquinas (ORV), produce semejante alteración que crea las condiciones ideales para el establecimiento de especies exóticas que pueden invadir en consecuencia las áreas próximas... A menos que sea usted partidario del cambio de la vegetación por tanto, de la transformación total del paisaje de las áreas de desierto

[302] Documentación sobre los impactos en el desierto puede encontrarse en la bibliografía de la obra de Stebbins, óp. cit.

bajo jurisdicción del BLM, en mi prudente opinión, como botánico y como ecólogo, debería usted limitar el tráfico de vehículos a las calzadas establecidas y reservar las áreas de desierto abierto a ios montañeros, así como a otras formas de recreo ecológicamente menos destructivas.[303]

A pesar de esta advertencia y otras muchas semejantes enviadas por un gran número de biólogos, en 1980 el BLM seguía realizando planes de gestión de los desiertos californianos que incluían el acceso extensivo de los vehículos ORV.

Los ORV no sólo exterminan a los animales como consecuencia del exterminio de la vegetación sino que también los atacan directamente, ya que muchos individuos presentes en la superficie o agazapados en agujeros superficiales (donde muchos animales del desierto procuran escapar al calor diurno) mueren aplastados por el paso de los vehículos. Así pues, el número de bajas causadas por métodos directos e indirectos es alarmante. En un estudio que comparaba áreas sometidas a los ORV con otras no afectadas, se revela que los vertebrados terrestres sufren una disminución del 60% en las primeras. En otro estudio, llevado a cabo en las Imperiales Dunes, al sudeste del mar de Saltón, el resultado fue semejante. En las áreas que no sufrían dichos ataques mecánicos, los invertebrados y en especial los insectos, fueron veinticuatro veces más numerosos que en las áreas de utilización intensiva de los ORV, mientras que, por otro lado, las ratas canguro fueron cinco veces más abundantes, los conejos diez veces y los lagartos tres veces.

Uno de los mayores problemas que plantean los ORV es que proporcionan un acceso fácil a las zonas de vida salvaje a personas que no poseen la experiencia necesaria para actuar en este tipo de territorios ni una idea clara del daño que ocasionan. El problema es ejemplificado por las observaciones efectuadas por el naturalista Steve Zachary en torno al San Francisco River Canyon en Nuevo México, Arizona, que se encontraba

[303] Citado por Stebbins, óp. cit.

amenazado por el uso de vehículos. Zachary escribió, lo siguiente al Forest Service que se suponía tutelaba dicha área:

He permanecido en el cañón siete días. Fue una experiencia deliciosa con numerosas aves (entre ellas una serreta grande con seis pollitos y un alcaraván nidificante), ovejas Bighorn y muchas flores silvestres. A medida que se acercaba el fin de semana correspondiente al *Memorial Day* (30 de mayo) pude ver como el ganado vacuno que se encontraba en la parte baja del cañón fue retirado. Pronto comprendí por qué: los vehículos de tracción a las cuatro ruedas. ORV de todo tipo, empezaron a descender hasta el cañón, convirtiendo el bonito valle del río en un lugar motorizado y lleno de ruidos sin ningún respeto o sensibilidad hacia el ambiente.

Era un auténtico reto para los ORV cruzar el río. Se veían vehículos que se metían en el agua y chorreaban vertidos de aceite. Algunas personas tenían escopetas y disparaban a todo lo que se movía. En el transcurso del fin de semana pude ver como la serreta grande se quedaba sólo con tres pollitos y, a veces, con ninguno. Ya que con vehículos motorizados desplazándose arriba y abajo por el río es difícil para alguien como la serreta mantener unida la familia. El nido del alcaraván fue destruido por completo al tiempo que su rastro se perdía por el cielo. Esta situación resultó perjudicial para las aves de presa, ya que algunas personas poseían grandes rifles.

Pronto hubo desperdicios por todo el cañón y el bonito hábitat ripario quedó destruido. Estábamos acampados, por la noche, junto al río, y la gente llegó en sus vehículos iluminando los acantilados con sus potentes faros. En una zona próxima se encontraba un grupo de carneros de las Rocosas. Cuando la gente los vio, empezaron a disparar. Creo que realmente querían practicar la caza furtiva o por lo menos lo intentaban. Ahora entendía por qué el ranchero se había llevado sus vacas. Vimos también un campamento de gentes con ORV, bebiendo cerveza y arrojando sus perros al río, donde, una vez lograban ponerse a flote, eran objeto de su puntería a perdigonadas.

Lo que me parece más irónico es que se me hiciera depositar una fianza de 500 dólares para llevar un grupo de tres porteadores hasta el cañón, por si ocasionaban cualquier daño al bosque nacional. Todos aquellos vehículos habían bajado al mismo valle destruyendo el cañón, el río y la vida salvaje y podemos preguntarnos si también ellos pagaron una fianza. Cuando

volví a la estación de guardia de Glenwood el secretario no quiso devolverme mis 500 dólares hasta que alguien bajó al cañón para comprobar si había causado algún desperfecto.[304]

El Forest Service contestó a Zachary en su habitual estilo de «zona de muchos abusos» diciendo que el nivel de los daños no era inaceptable.

La controversia acerca del uso de los ORV en el San Francisco Canyon proclama la imperiosa necesidad de la educación del público sobre los valores inherentes a la vida salvaje y a los ecosistemas. La principal organización que desea utilizar este cañón para la celebración de rallies es el de Los Cruces Jeep Club, organización directamente vinculada a los daños ocasionados en el mismo. Este grupo se vio envuelto en 1966 en la «Guerra de Gila» cuando algunos de sus miembros intentaron invadir la Gila Primitive Area, lugar donde, los ORV están proscritos. Sólo los detuvieron las barricadas y las amenazas de arresto.

VOLAR POR LOS AIRES

El definitivo acto de destrucción de hábitats, que podrían tener consecuencias inmediatas incalculables para muchas especies de organismos, entre ellas la especie humana, sería una guerra termonuclear global. Se han realizado muchos estudios con la intención de tratar de evaluar las consecuencias de la guerra de este tipo, empezando por el «clásico» *On Thermonuclear War*[305] de Herman Kahn hasta los más recientes estudios

[304] Citado por David Foreman en «ORVs threaten a wild canyon», *Living Wilderness*, septiembre de 1979.

[305] Primera edición, Princeton University Press. Princeton, N.J., 1960; segunda edición, disponible en edición de bolsillo, Free Press, Nueva York, 1969.

de la National Academy of Sciences,[306] y los de los departamentos gubernamentales de Defensa y Energía.[307]

Todos estos estudios comparten dos características. En primer lugar, para cualquier lector mínimamente inteligente que pueda ir más allá de la jerga de las «fuerzas disuasorias», «armas explosivas ideales», «efectos inmediatos» o «megamuertes» el panorama que retratan es de un horror indescriptible. Fue un mal presagio público que George Bush alcanzara la vicepresidencia de Estados Unidos en 1980 después de haber manifestado abiertamente su creencia en que una guerra nuclear podía, de algún modo, «ganarse». La segunda característica común de todos aquellos estudios es que de entre todos los horrores que relatan, subestiman gravemente la auténtica magnitud de los efectos de una guerra de esta naturaleza. En parte, ello es debido al análisis inadecuado de factores que han sido considerados de forma explícita,[308] aunque, lo que es más importante, todos ellos fracasan de modo uniforme en el intento de considerar la verdadera magnitud de los efectos ecológicos que se derivarían o podrían derivarse de un intercambio global de bombas de hidrógeno.[309]

Supongamos que Estados Unidos y la Unión Soviética proceden a un intercambio global de misiles a finales de septiembre, una época no del todo improbable puesto que ninguno de los dos países iniciaría una guerra antes de haber recogido sus cosechas. El efecto de las cabezas nucleares depende de mu-

---

[306] «Long-term worlwide effects of múltiple nuclear weapons detonations», National Academy of Sciences. Washington D.C., 1975.

[307] S. Glasstone y P. J. Dolan, *The Effects of Nuclear Weapons.* 3a edición, 1977; una revisión reciente puede encontrarse en «The effects of nuclear war». Office of Technoloby Assessment, Congreso de Estados Unidos (Allenheld, Osmun and Company, Montclair, N.J., 1980).

[308] Véase, por ejemplo, la publicación de la Federation of American Scientists del 4 de octubre de 1975, criticando la incompetencia del estudio de la National Academy of Sciences.

[309] *Ecoscience,* óp. cit., págs. 690-691.

chos factores, de los cuales el menor no es el tiempo atmosférico. Si por ejemplo, California fuera bombardeada por una cortina de misiles durante una mañana clara y soleada, normal en aquella época del año, el resultado inmediato sería la muerte de muchos millones de seres humanos.

Una gran parte de los bosques del estado y de las áreas de chaparral acusarían el ataque puesto que las cabezas termonucleares tienen capacidad para quemar cualquier cosa inflamable en un radio de miles de millas cuadradas.[310] En aquellos lugares en que hubiera combustible suficiente se alzarían llamaradas de inmensas dimensiones que, en determinadas circunstancias producirían temperaturas lo suficientemente altas para esterilizar el suelo.[311] No es inconcebible, por otra parte, que buena parte de la superficie del estado quedara calcinada y desnuda, dando lugar a la destrucción de las semillas no germinadas presentes en el suelo. Incontables poblaciones y especies de animales se extinguirían mientras que aquéllas que lograran sobrevivir quedarían muy reducidas en su tamaño e irradiadas irremisiblemente afectadas. La repoblación a partir de aquellas zonas que hubieran resultado poco dañadas sería extremadamente lenta.

Mientras tanto, la lluvia nuclear al caer, formaría arroyos que arrastrarían el suelo (tan necesario para que el restablecimiento de las plantas pudiera iniciarse) hasta el mar en avalanchas de aluviones procedentes del drenaje de las zonas denudadas. A su vez estas pesadas cargas de aluviones añadirían enormes dificultades adicionales a la supervivencia de las comunidades marinas que habitan en las aguas someras y en los estuarios, que ya se habrían visto afectadas por las filtraciones procedentes de todos los depósitos agrietados que contenían di-

---

[310] K. Lewis, «The prompt and delayed effects of nuclear war», *Scientific American*, julio 1979.

[311] Las condiciones exactas de propagación y extensión de los incendios son desconocidas; véase Glasstone y Dolan, óp. cit., págs. 299-300.

versos líquidos industriales, así como por las pérdidas procedentes de los pozos petrolíferos que no hubieran sido automáticamente sellados.

Tales efectos podrían abarcar buena parte del hemisferio norte según la duración y la intensidad de la guerra. Si esta guerra se realizara de forma dura y generalizada, enormes cantidades de polvo y humo irían a parar a la atmósfera, con el consiguiente adelgazamiento de la crucial capa de ozono.[312] Asimismo, se producirían cambios climáticos a escala local y global que vendrían a limitar aún más las posibilidades de supervivencia de las poblaciones humanas y de otros organismos. No debería descartarse incluso la relativamente rápida fusión de los hielos polares con la consiguiente inundación de las zonas costeras.

No obstante, en la mayoría de los casos, los efectos inmediatos de una guerra nuclear serían mucho menos severos en el hemisferio austral. Eso sí, se verían gravemente afectadas las comunicaciones con el hemisferio norte, caso de no quedar total y completamente interrumpidas. Asimismo, no es del todo improbable que los efectos sobre el clima influyeran gravemente sobre los países pobres del hemisferio sur, amenazando así su ya inadecuada base agrícola. Las presiones locales para la explotación de las reservas del hemisferio sur podrían crecer enormemente y las poblaciones amenazadas de algunas especies podrían verse abocadas súbitamente a peligros mucho mayores. Es difícil de imaginar, por ejemplo, qué ocurriría con las reservas de caza africanas, en las que se encuentran la mayoría de los grandes mamíferos africanos, seis meses después de que se hubiera detenido el flujo de turistas que las visitan normalmente. Es decir, cualquier esperanza de salvar las pluvisilvas tropicales habría desaparecido casi por completo. Por lo tanto, el efecto global sobre el hemisferio austral de una guerra confinada a las superpotencias septentrionales podría ser menos extremo que en el norte, pero, aún así, sería catastrófico.

---

[312] National Academy of Sciences, óp. cit., págs. 39-45.

Si una guerra de este tipo tuviera lugar a nivel mundial, es decir, si todas las naciones del mundo se dispusieran a lanzar armas nucleares en cantidades significativas sobre el hemisferio austral, es posible que la sociedad tecnológica no sobreviviera como consecuencia del excesivo volumen de pérdidas por lo que respecta a los conocimientos humanos, las destrezas técnicas y otros capitales críticos que podrían ser destruidos. Una vez perdida, la sociedad tecnológica es extremadamente improbable que pudiera ser regenerada. El *Homo sapiens* inició su andadura hacia su estado actual en un mundo rico en reservas naturales. Los bosques y los suelos estaban en buena medida intactos y se disponía de innumerables depósitos de gran riqueza en hierro y cobre al tiempo que el petróleo podía ser extraído de pozos situados a un nivel muy superficial.

Si bien después de una eventual guerra termonuclear los suelos y los bosques podrían regenerarse gradualmente, los minerales no podrían volverse a concentrar ni podría generarse petróleo en una escala de tiempo adecuada a la especie humana. Así que la historia podría cerrar el ciclo y el *Homo sapiens* debería volver por necesidad a constituir una comunidad de cazadores, recolectores y simples campesinos. Cualquier especie que lograra sobrevivir del resto de las biotas terrestres, debería recuperarse de los impactos de la fase tecnológica y, quizá después de muchos millones de años, lograra regenerar buena parte de su diversidad.

ENERGÍA Y DESTRUCCIÓN DE HÁBITATS

Los ecologistas consideran las tasas de consumo de energía como un indicador crucial del impacto humano sobre los ecosistemas. Casi todas las actividades que implican una amenaza indirecta para otras especies se basan en un dispendio de energía. Por ejemplo, cuesta energía levantar edificios, asfaltar carreteras o aparcamientos, cortar árboles y labrar los campos. También se gasta mucha energía en poner en funcionamiento los coches para los que se han fabricado las carreteras y los

aparcamientos, que a su vez producen contaminación como consecuencia de la combustión. De un modo semejante, las grandes plantas industriales no sólo se edifican a base de energía sino que funcionan con energía. La energía se utiliza para arrancar las materias primas de la tierra y se utiliza asimismo para su procesamiento, con la consiguiente contaminación del aire y del agua con los residuos industriales. La energía hace funcionar las máquinas gigantescas que destripan los bosques y los motores de combustión que mueven los vehículos todo terreno que trituran los desiertos.

Irguiéndose sobre el capital almacenado que representa la energía fósil almacenada, la humanidad se ha convertido en una fuerza ecológica global. Las luces de las ciudades y las columnas de humo de las centrales son claramente visibles a larga distancia. Las cantidades de numerosos minerales que el hombre moviliza en el transcurso de sus actividades como, por ejemplo, hierro, nitrógeno, manganeso, cobre, cinc, níquel, plomo, fósforo, molibdeno, plata, mercurio, estaño y antimonio son actualmente de la misma magnitud, o mayores, que las movilizadas por todos los ríos del planeta.[313] Actualmente la humanidad utiliza del orden de una vigésima parte de toda la fotosíntesis —el proceso básico que sostiene la vida en el planeta — para sus propios usos, al tiempo que, como consecuencia de sus actividades, el *Homo sapiens* amenaza con cambiar el clima básico a nivel mundial. Y todo ello sucede con pasmosa rapidez.

La velocidad con que la humanidad que utiliza combustibles fósiles ha conseguido su abrumador poderío sobre el planeta se aprecia mejor si se compara con la escala geológica de tiempo. Suponiendo que los tres mil quinientos millones de años que lleva existiendo vida en el planeta se pudieran condensar en un solo día en el que la vida se iniciara apenas un

[313] Man's Impact on the Global Environment: Report of the Study of Critical Environmental Problems, MIT Press, Cambridge. 1970, pág. 116.

segundo después de la medianoche,[314] el primer organismo capaz de llevar a cabo la fotosíntesis habría aparecido en los océanos alrededor de las tres de la madrugada. Serían cerca de las cuatro de la madrugada cuando aparecerían los primeros vegetales y animales unicelulares y casi las siete y media de la mañana antes de que hicieran su aparición los primeros organismos pluricelulares. No sería antes de las nueve de la noche cuando las plantas invadieran por vez primera la tierra firme y sólo una hora antes de la medianoche, es decir, a las once, se iniciaría la era de los reptiles. A las 11:48 de la noche el mundo habría entrado en la era de los mamíferos, mientras que los primeros seres humanos habrían hecho su aparición menos de medio minuto antes de la medianoche. La agricultura habría sido inventada media décima de segundo antes de la medianoche, mientras que la revolución industrial habría comenzado una milésima de segundo antes de las doce en punto. Es decir, que en una escala de tiempo que reduce la vida sobre la Tierra a un hipotético período de 24 horas, el abrumador poderío de la humanidad se habría consolidado por completo dentro de las últimas cinco centésimas de segundo, mientras que por otro lado, este dominio no se habría hecho tangible (en relación con la explotación de los combustibles fósiles) hasta la última milésima de segundo.

MIRANDO HACIA ATRÁS Y HACIA DELANTE

Al final de esta terrible enumeración de formas con que la humanidad degrada los hábitats de todos los seres vivos (y entre ellos el suyo propio) parece apropiado traer a colación aquí el destino al que estuvieron abocadas algunas civilizaciones pasadas. Desde un punto de vista ecológico las sociedades humanas han presentado numerosas fluctuaciones. Así, por ejemplo la próspera civilización hidráulica de los valles del Tigris y del

[314] Véase Ehrlich, Hoim y Brown, *Biology and Society*. McGraw-Hill, Nueva York. 1976

Eufrates —al igual que muchas sociedades agrícolas actuales— fue incapaz de mantener sus sistemas de irrigación en buenas condiciones por lo que se destruyó a sí misma. La agricultura intensiva fue practicada asimismo por las civilizaciones de los Khmers y de los Mayas, mientras que los griegos, los romanos y otros pueblos, con sus talas de árboles y su cría de cabras, dieron lugar a una total desolación biológica en la actual cuenca del Mediterráneo de cuya acción se derivó, en parte, la pérdida de su posición dominante en el mundo. Estos y otros pueblos, en el pasado, pagaron el precio del desconocimiento de los efectos de sus actividades a largo plazo dando lugar a terribles ecocatástrofes sin disponer, en esos casos, de orugas mecánicas, máquinas perforadoras. ORV, insecticidas sintéticos o herbicidas, petroleros ni armas termonucleares.

Este recuento de las fuerzas destructoras de hábitats del pasado es meramente episódico y está desviado hacia las zonas templadas, ya que en ellas es posible encontrar mucha más información disponible que en los trópicos donde los problemas son de una magnitud mucho más preocupante. Además, dicha relación está acompañada de valiosos datos tanto sobre la distribución de los impactos como, y lo que es más importante, acerca de las respuestas de los ecosistemas a tales impactos.

Para cualquier organismo dedicado a una actividad destructora, resulta bastante cómodo esquivar los efectos de la misma. ¿Puede sólo un poco más causar algún daño a las otras especies? ¿Qué importa si son taladas unas cuantas millas cuadradas más de pluvisilva? Queda mucha selva todavía. ¿Qué importa si los materiales de una montaña de Colorado son extraídos y molidos hasta quedar reducidos a un polvillo que sofoca todos los valles del lugar? Hay otras montañas y otros valles en la misma región. ¿Qué importa si un tramo de río es desprovisto de toda vida animal gracias al vertido de residuos contaminantes procedentes de una planta industrial? Si los seres vivos reciben algún daño, se podría detener la contaminación y volverían rápidamente.

¿Por qué preocuparse si los hidrocarburos clorados están presentes de forma inevitable a lo largo de todo el planeta, en la mayoría de los seres vivientes? Nunca se ha probado que una especie se haya extinguido por su causa. ¿Qué tiene que ver conmigo una tortuga de las Galápagos o una trepadora de Hawái? Quizá sea mejor que no estén en un mundo dominado por el hombre y sus vacas, ovejas, cabras y cerdos. Seguramente podrían ser dañadas por la construcción de una autopista más o de una urbanización, un centro comercial o una factoría, ¿o no? Después de todo queda mucho campo abierto en Nevada y en la Antártida. ¿Por qué no perforar unos cuantos pozos petrolíferos submarinos más? Los océanos son inmensos y nosotros, por nuestra parte, necesitamos petróleo desesperadamente. ¿Existe realmente alguna buena razón para no represar un río? Seguramente no lo será la pérdida del pez babosa o del albarrán acicalado. ¿Por qué no conducir la moto todo terreno un poco más allá? Unas pocas millas más no pueden causar ninguna diferencia ¿Por qué no aumentar nuestra capacidad industrial en un reducido tanto por ciento? Un ligero incremento de la acidez de la lluvia no se diferenciaría del actual. ¿Por qué no tener tres niños? No suponen más que una gota en un cubo de agua en un mundo que pronto alcanzará los cinco mil millones de personas.

Tales preguntas y tales respuestas, cuando se plantean de forma aislada, llevan continuamente a la gente razonable a tomar decisiones que contribuyen a aumentar los daños que la humanidad realiza a los sistemas ecológicos terrestres. Y, por supuesto, todos los seres humanos participan continuamente (en mayor o menor grado) en el asalto a su propio proceso viviente, por ejemplo, comprando comida cultivada según el sistema agrícola, usando directamente energía, o adquiriendo una gran variedad de objetos que tienen un impacto ambiental diversificado a lo largo de todo el proceso de extracción desde las fuentes de sus materias primas. Hasta un acto aparentemente tan trivial como arrojar el papel de un chicle, si es reali-

zado por un número suficiente de individuos, convierte un apacible lugar en algo parecido a un basurero, de modo que las pequeñas acciones aparentemente insignificantes llevadas a cabo por cualquier persona pueden, si se van sumando, destruir los ecosistemas de nuestro planeta al exterminar sus partes funcionales. El mensaje fundamental de este capítulo es que la suma de todas las acciones individuales contribuye a *aumentar* el nivel del ataque que sigue creciendo y que puede llegar a ser insostenible muy pronto.

En el capítulo siguiente se hará referencia a algunos de tales actos dentro de un contexto político, lo que permitirá apreciar el escenario en el que deben ser consideradas determinadas acciones sociales que sofoquen la oleada de extinciones. Finalmente, en los dos últimos capítulos se considerará la táctica y la estrategia necesarias para invertir las tendencias actuales ya que, si no cambia, la suerte de la civilización está ciertamente echada.

CUARTA PARTE

¿QUÉ HACEMOS Y QUE PODEMOS HACER?

8. EXTINCIÓN Y PRÁCTICA POLÍTICA

No es que hayamos heredado la tierra de nuestros padres sino que la hemos tomado prestada para nuestros hijos

IUCN,
World Conservation Strategy,
Introducción

La calidad y la condición de vida del *Homo sapiens* a comienzos del siglo XXI dependerán básicamente del éxito que consiga la humanidad actual en sus intentos de frenar las pérdidas de los recursos biológicos de la tierra. Esto sólo puede conseguirse como consecuencia de una acción política concertada acerca de una serie de temas tan complejos y tan poco conocidos que ninguna sociedad moderna se ha enfrentado a ellos todavía. A pesar del aumento general de la vigilancia ambiental y de la promulgación de muchas leyes protectoras, el movimiento conservacionista sigue planteando, fundamentalmente, acciones de retaguardia.

Sin embargo, las batallas políticas para conservar la diversidad biótica no pueden ser ganadas exclusivamente con acciones de retaguardia. Las victorias conservacionistas han sido relativamente escasas y a menudo sólo temporales. Por unas cuantas especies salvadas —y a menudo cuando ya se encontraban al borde de la aniquilación— se han producido al mismo tiempo desastres y pérdidas anónimas en poblaciones y especies desconocidas, desde Alaska a Zambia. Los éxitos tácticos del movimiento ecologista, fortalecido incluso con un arsenal de armas legales, no hacen más que sumarse a un desastre estratégico al tiempo que los enemigos de la conservación se vuelven más fuertes día a día.[315]

[315] Paul Ehrlich. «The Strategy of Conservation, 1980-2000», en M. E. Soule

En este capítulo se hará una breve referencia a algunas de estas armas legales y se contemplará una muestra de las recientes batallas políticas relativas a la extinción, a partir de la cual el lector podrá elaborar sus propios elementos de juicio para tratar de adivinar lo que podría suceder en un futuro muy próximo.

LAS ESPECIES AMENAZADAS Y LA LEGISLACIÓN DE ESTADOS UNIDOS

Generalmente se reconoce que el papel de líder mundial en asuntos de conservación lo ejerce Estados Unidos, y sólo Inglaterra y tal vez Suecia podrían reclamar alguna paridad con este país por lo que se refiere a la antigüedad y a los éxitos conseguidos en la protección ambiental y la conservación de los recursos naturales. El movimiento popular para la protección ambiental que moviliza actualmente a millones de americanos se inició en la década de los años sesenta. Dicho movimiento constituye el fruto de una larga tradición de conservación de la vida salvaje cuyo origen puede remontarse hasta Teddy Roosevelt e incluso más atrás. La mayor parte de los parques nacionales y muchos parques estatales fueron creados como consecuencia de dicha tradición y algunas organizaciones conservacionistas, como, por ejemplo el Sierra Club, la Wilderness Society, la Audubon Society o la National Wildlife Federation fueron creadas mucho antes de 1960.

La primera ley ambiental de importancia a nivel federal promulgada en Estados Unidos fue la National Environmental Policy Act (NEPA) que entró en vigor el 1 de enero de 1970. Dicha ley declara como responsable al gobierno de Estados Unidos de la restauración y el mantenimiento de la calidad ambiental. Entre otras cosas, la NEPA exige que todas las agen-

---

y B. Wilcox, eds. *Conservation Biology An Evolutionary-Ecological Perspective* (Sinauer Associates, Sunderland. Mass. 1980.

cias federales preparen un «informe sobre el impacto ambiental» (o EIS de «environmental impact statement») siempre que se intente llevar a cabo cualquier proyecto o legislación propuesta que pueda afectar el medio ambiente. Dicho EIS debe incluir información sobre el probable impacto ambiental, especialmente sobre aquellos efectos adversos considerados inevitables, las posibles alternativas a la acción programada y sobre «cualquier amenaza irreversible e irrecuperable para los recursos ambientales».[316]

Esta ley también posibilita que los grupos de ciudadanos preocupados por este tema puedan pleitear para tratar de detener proyectos que no estén acompañados de los adecuados informes sobre su impacto ambiental. Este hecho ha permitido disponer de una base legal eficaz a numerosas acciones ciudadanas enfrentadas a proyectos de impacto ambiental, entre ellos, el oleoducto de Alaska, el Canal Navegable de Florida o el aeropuerto de Everglades. A veces, el simple examen de los potenciales impactos ambientales ha sido suficiente para persuadir a los promotores y a los departamentos gubernamentales de la modificación total de sus planes. Incluso, más a menudo, las acciones legales promovidas por ciudadanos han conseguido la introducción de cambios o el abandono de algunos proyectos. La NEPA logra que el tema de la protección del medio ambiente sea una cuestión nacional y, asimismo ha elevado en un grado considerable el nivel de la conciencia ambientalista en los departamentos gubernamentales. Sin embargo, los recursos biológicos —es decir, las poblaciones y las especies— siguen siendo infravalorados por la mayoría de los ciudadanos, incluso por los ciudadanos de Estados Unidos, que parecen sentirse más preocupados por el medio ambiente.

Algunas otras leyes ambientalistas han tenido también alguna influencia sobre los ecosistemas naturales y las especies

---

[316] Véase P. R. Ehrlich. A H. Ehrlich y J P Holdren. *Ecoscience: Population. Resources and Environment.* W. H. Freeman. San Francisco, 1977. Capítulo 14 por lo que respecta a un poco de historia de la legislación norteamericana sobre el medio ambiente.

que los forman. Toda una serie de leyes en torno al control de la polución de la atmósfera y del agua fueron promulgadas durante la década de los sesenta y principios de los setenta. Las Clean Air Amendments datan del año 1970, mientras que la Water Pollution Control Act es de 1972 y ambas constituyen los dos últimos ejemplos más firmes, de dicha legislación. A finales de 1970, una reorganización administrativa llevó a cabo la creación de la Environmental Protection Agency (EPA) cuya responsabilidad básica es la de establecer estándares para la calidad del aire y del agua, así como para el control de emisiones regulando o prohibiendo, en algunos casos el vertido de sustancias químicas dañinas para la salud humana o el medio ambiente. Así pues, la EPA posee el poder suficiente para controlar y regular la emisión de sustancias contaminantes. No obstante, a pesar de los efectos que esta emisión pueda tener sobre los sistemas ecológicos (que a veces son muy importantes) el poder de la agencia para proteger los ecosistemas es muy limitado.

El paso decisivo en la protección de las especies y los ecosistemas naturales fue dado en 1973 tras la aprobación de la Endangered Species Act. Se trataba de una ley dura e inflexible que iba mucho más allá de los primeros intentos llevados a cabo un poco a la defensiva. Era también la primera ley que, en Estados Unidos, reconocía la importancia vital de la preservación del *hábitat* de cualquier especie en peligro, es decir, la preservación del ecosistema del que dependa la especie. La Endangered Species Act estipula que «una especie o subespecie» en peligro en toda o en buena parte de su área de distribución» debe ser registrada por el Secretario del Interior o, en el caso de tratarse de especies marinas, por el Secretario de Comercio. El Fish and Wildlife Service (FWS) del Departamento de Interior y el National Marine Fisheries Service (NMFS) de-

pendiente del de Comercio fueron creados con el fin de proteger las especies que se hallasen en peligro o amenazadas (y por tanto potencialmente en peligro).[317]

Según dicha ley, todas las agencias federales «...deberán, de acuerdo con el Secretario... (tomar) las medidas necesarias para asegurar que las acciones autorizadas, basadas o llevadas a cabo por ellas no pongan en peligro la continuidad de la existencia de tales especies amenazadas ni causen la destrucción o modificación del hábitat de tales especies, en cuya vigilancia, determinada por el Secretario después de las correspondientes consultas con los estados afectados, deberán ser críticos».

La ley prohíbe asimismo la pesca, captura, importación, exportación o venta de cualquier especie amenazada, inclusive plantas. Las agencias federales deben consultar con el FWS o el NMFS todos los proyectos ambientales antes de ponerlos en marcha y en caso de que algún proyecto fuera iniciado sin modificación alguna de cara a la protección de las especies amenazadas, la ley reconoce a los ciudadanos el derecho a interponer recurso para detener tal proyecto en base a la violación de la Endangered Species Act. Puesto que muchas actividades ambientalmente destructoras (tales como el laboreo de minas, las talas forestales, la construcción de presas o el desarrollo de zonas de recreo) son llevadas a cabo en tierras con carácter de propiedad federal y, por lo tanto, financiadas en parte con dinero federal o sujetas a regulaciones federales de un tipo u otro, la ley es, potencialmente, una herramienta muy poderosa y significativa en la defensa de las especies y de los ecosistemas.

Sin embargo, la existencia de esta serie de leyes ambientalistas junto a una vigilancia ambiental oficial por parte del gobierno en modo alguno significa que se haya detenido el deterioro del medio ambiente en Estados Unidos, si bien es posible que hayan descendido en cierto grado los ritmos de destrucción

---

[317] *Conservation Foundatiun Letter*. «The Endangered Species Law is under scrutiny», abril, 1978.

y los daños causados. Básicamente este tipo de leyes han servido tan sólo para proporcionar herramientas legales a los ciudadanos que se muestran preocupados por detener, retrasar o modificar acciones que han considerado objetables. No obstante, los organismos que tienen en cartera una serie de «proyectos de desarrollo» no están ahora menos determinados a llevarlos a la práctica de lo que puedan haberlo estado anteriormente.

El ignominioso caso del pez babosa

La corrupción política en Estados Unidos continúa siendo una de las mayores amenazas para el medio ambiente y la preservación de las especies. El caso del pez babosa frente a la presa de Tellico constituye un buen ejemplo de ello.

La historia comienza a finales de los años sesenta cuando la Tennessee Valley Authority (TVA) inició su Proyecto de Desarrollo Tellico en un valle del río Little Tennessee, al este del Estado de Tennessee. El proyecto incluía —lo cual no quiere decir que se limitara a ello— la construcción de una presa. El valle formaba parte de una hermosa zona agrícola, en la que dicho río constituía el último tramo de agua dulce sin encauzar de la región, descrito por los pescadores locales como «el mejor río truchero del este de Tennessee». Al mismo tiempo, el valle era también un lugar sagrado para los indios Cherokee ya que constituyó su hogar hasta que fueron deportados a Oklahoma a principios del siglo XIX. Por tanto, este valle es un lugar de considerable importancia arqueológica.[318]

El plan de la TVA venía a trastocar el entorno del valle, ya que casi la mitad del mismo quedaría anegado por las aguas represadas una vez llevado a cabo el proyecto de convertir la zona en un área de afluencia recreativa. La presa, una de las

[318] Ha sido tratado poéticamente por Peter Mathiessen en «My turn». *Newsweek*. 17 de diciembre de 1979

setenta presas propiedad de la TVA en la región, iba a contribuir también al buen funcionamiento de la red de centrales hidroeléctricas de la región así como al control del río. Sin embargo, los habitantes del valle —especialmente las familias de agricultores que iban a ser desplazados por la presa y los pescadores y otras personas que consideraban apropiadas las ventajas recreativas que proporcionaba el río tal cual estaba- no estaban de acuerdo con el proyecto y solicitaron ayuda para formar un grupo ambientalista, la Environmental Defense Fund (EDF), y en 1971 consiguieron por vía judicial la paralización del proyecto basándose en que la TVA no había presentado un informe adecuado acerca del impacto ambiental del proyecto. La TVA argumentó que, como agencia privada, no estaba obligado a ello.

Eventualmente fue elaborado y aceptado un informe sobre dicho impacto que analizaba los efectos del proyecto, así como sus alternativas. En aquel documento se mencionaba la posible existencia en el río de varias especies raras de peces, que podían verse en peligro como consecuencia de la construcción de la presa y de su embalse. Mientras tanto, el proyecto se retrasó durante año y medio y durante aquel período el Congreso aprobó la Endangered Species Act. El mismo año, un biólogo de la Universidad de Tennessee, David Etnier, que estudiaba la fauna piscícola del río Little Tennessee, encontró un pequeño y oscuro miembro de la familia de las percas, que se alimenta de caracoles, el pez babosa *(Percina tanasi*) desconocido hasta entonces[319]. El pez babosa es una pequeña perca, de color oscuro, de tres pulgadas de longitud, que ha sido observado únicamente en las aguas del Little Tennessee, concretamente en el lugar donde se iba a construir la presa. Resultaba evidente que la finalización de las obras de la presa y el llenado del embalse podía destruir por completo el hábitat de este pequeño pez.

---

[319] David A. Etnier, «*Percina (Imostoma) tanasi, a* new percid fish from the Little Tennessee River. Tennessee», *Proceedings of the Biological Society of Washington* 88:469-488, 1976.

No obstante, la TVA, una vez libre del requerimiento, aceleró las obras del proyecto Tellico, en particular las de la presa, a pesar de la continuada oposición local; y al mismo tiempo combatía las peticiones de los ciudadanos para que se incluyera el pez babosa en la lista de especies en peligro, con lo cual se lograría su protección. Cuando perdió esta batalla la TVA colaboró a regañadientes en el intento, sin demasiado éxito, de transportar el pez a otros cursos de agua próximos. Los responsables de la TVA también participaron en las consultas requeridas con el Fish and Wildlife Service, pero, de acuerdo con un responsable de la FWS, rehusaron considerar cualquier alternativa a la finalización de las obras de la presa. Por lo tanto, los grupos de ciudadanos del valle y la EDF volvieron a pleitear.[320]

La corte del distrito consideró que el pez babosa podría ser erradicado por la presa de Tellico pero declinó la paralización del proyecto porque ya estaba avanzado en un 80% y no veía «alternativas a la terminación del embalse, que justificaba el proyecto». Esta conclusión no se basaba en las evidencias aportadas durante la vista según las cuales las carreteras ya construidas podrían ser útiles mientras la tierra de labor que todavía no se había visto afectada pudiera continuar dedicándose a usos agrícolas. A principios de 1977 la decisión de la corte de distrito fue trasladada a la Circuit Court of Appeals, que aceptó un recurso sobre la parte correspondiente a la presa del proyecto de la TVA.

A partir de este momento la prensa empezó a mistificar el asunto presentándolo como una historia de un oscuro pez de tres pulgadas que había paralizado un proyecto de construcción de una presa valorado en más de 120 millones de dólares. La mayoría de los artículos prescindían de los puntos de vista de

---

[320] Los detalles sobre el caso del pez babosa-Tellico proceden de varias fuentes, pero tres de las más completas son John Dernbach, «'Little fish' versus 'big dam'»; «The Snail Darter and the TVA-It's not a funny story», *The Progressive,* diciembre de 1978; *Conservation Foundation Letter,* óp. cit.; y Philip Shabecoff, «Behold the tiny Snail-Darter: An ominous legal symbol» *New York Times, 1* de octubre de 1979.

la TVA y pasaban por alto todos los demás argumentos sólidos en contra de la presa de Tellico, mientras que se manifestaban a favor de salvaguardar el pez babosa, así como valorando las pérdidas de valiosas y productivas tierras de cultivo, valores recreativos y el hecho de tratarse de un lugar de incalculable valor arqueológico. Además, describían la presa como si constituyera por sí sola la totalidad del proyecto, cuando aquélla no había costado más de 22 millones y medio de dólares y el resto de los fondos habían sido gastados en la compra de las tierras del valle y en la construcción de carreteras y otros servicios recreativos. Los periódicos presentaron el asunto como un caso de ferviente ataque al medio ambiente llevado a extremos no razonables. El *Washington Star* dijo de este hecho que era «el tipo de cosas que podía dar a los ecologistas una mala fama», mientras que Art Buchwald los tildó de «cascarrabias».[321]

En junio de 1978 la Corte Suprema se declaró a favor del recurso contra la presa, en base a la Endangered Species Act; sin embargo, en la redacción de la sentencia, el Presidente de la Sala Warren Burger, invitaba virtualmente al Congreso a enmendar la ley para dar cabida a una serie de excepciones que, en la actualidad, ya han puesto en marcha muchas propuestas para corregir la Endangered Species Act, las cuales no pretenden otra cosa que desarticular dicha ley. La vigencia de la ley, en cualquier caso, expiró en 1978, momento elegido por sus enemigos para acabar completamente con el asunto.

La enmienda aprobada en 1978 fue defendida al alimón por el senador John Culver de Iowa, que pretendía preservar la ley en la medida de lo posible, y por el senador Howard Baker de Tennessee que buscaba asegurar la terminación de la presa de Tellico. Aquella enmienda creaba un «Comité para las Especies Amenazadas» compuesto por el Secretario de Agricultura, el de Interior y el de la Marina, el presidente del Council of Economic Advisors, así como los jefes de la Environmental

[321] Dernbach, óp. cit.

Protection Agency y la National Oceanic and Atmospheric Administrations, y un representante del estado afectado. Este grupo, pronto conocido como el Comité Divino por cuanto podía dar la vida a contribuir a la extinción de las especies en peligro, podía reunirse para resolver aquellos «conflictos insolubles» ante los cuales hubieran fallado otros organismos. Al mismo tiempo, podía introducir excepciones a la ley allí donde no existieran alternativas «razonables y prudentes», donde el proyecto fuera de importancia nacional o regional o en aquellos casos en que los beneficios «ultrapasaran claramente» los de sus alternativas. El primer caso revisado por el Comité Divino fue el llamado proyecto Tellico.

Existen considerables dudas sobre si la enmienda que dio lugar a la formación del Comité Divino era realmente necesaria incluso desde el punto de vista de los políticos más claramente partidarios del desarrollo. En los cinco años transcurridos entre la promulgación de la Endangered Species Act original en 1973, y la enmienda de 1978, sólo un puñado de proyectos de desarrollo se encontraron con serias dificultades, mientras que miles de consultas fueron realizadas directamente al Fish and Wildlife Service de Estados Unidos. Por ejemplo, solamente en el año 1977 fueron realizadas 4.500 consultas. En los casos aparentemente más insolubles (y el de Tellico fue uno de ellos) la postura recalcitrante de los promotores fue la causa básica de su formación.

Además, también sería discutible que el caso de Tellico fuera realmente insoluble. Las consultas con el FWS resultaron complejas a causa de la obstinación por parte de la TVA en rechazar cualquier alternativa. Tras el nombramiento de David Freeman como presidente, la actitud de la TVA cambió. En su momento se estudiaron alternativas a la edificación de la presa y se puso de manifiesto que, incluso en último extremo, resultaba más beneficioso dejar el valle sin anegar. La producción agrícola por sí sola produciría más del doble de beneficios económicos de los que se esperaba produjera el proyecto una vez

finalizado. Todos estos puntos venían a confirmar los datos elaborados por el poco conocido informe de la General Accounting Office (GAO) de finales de 1977.

El Comité Divino llegó a considerar la posibilidad de encontrar alternativas a la finalización de las obras de la presa, así como la existencia de otros valores que desaparecerían si aquélla se terminaba, entre ellos la producción agrícola y la existencia de lugares de interés histórico relacionados con los indios Cherokee. Por otro lado, una serie de nuevos análisis económicos venían a demostrar que la producción eléctrica de la presa sería deficitaria. Así pues, no resulta sorprendente que el comité se inclinara unánimemente a favor del pequeño pez babosa. El presidente del Council of Economic Advisors, Charles Schultze observó que las justificaciones económicas elaboradas para apoyar la construcción de la presa eran, cuando menos, dudosas y dijo: «No entiendo como se puede decir que no existen alternativas razonables y prudentes al proyecto.»[322] Otro miembro del comité, Cecil Andrus, Secretario de Interior, comentó: «Me niego a considerar al pez babosa como el responsable de la suspensión de un proyecto que, en primer lugar, está mal concebido y es antieconómico.»[323]

Desafortunadamente, algunos de los promotores de la presa no fueron buenos perdedores. El estado de Tennessee y la TVA aceptaron la decisión sin protestar pero el senador Baker, que había sido corresponsable que la propuesta que creaba el Comité para las Especies Amenazadas, intentaba ahora abolirlo, así como algunos otros congresistas. Por otra parte, en el Senado se realizaron diversos intentos para aprobar de forma específica una moción que excluyera el proyecto Tellico de la Endangered Species Act, pero todos ellos fracasaron.

---

[322] Luther J. Carter. «Lessons form the Snail Darter saga», *Science* 203:730. 1979.

[323] Bill Vogt, «Now, the list-makers are endangered», *National Wildlife*, diciembre-enero, 1980.

Fue entonces cuando se planteó, desde el escaño del congresista John Duncan, en junio de 1979, la enmienda al proyecto anual que destinaba diez mil millones de dólares a las expropiaciones. La enmienda no fue leída, ni mucho menos discutida, y sólo unos pocos congresistas advirtieron esta maniobra por la cual el Congreso acababa de aprobar una enmienda que excluía el proyecto de Tellico de la necesidad de cumplimiento no sólo de la Endangered Species Act sino de cualquier otra ley que tratara del mismo asunto, como, por ejemplo, la National Environmental Policy Act, la Clean Water Act, la Historie Preservation Act, así como de las leyes reguladoras de la seguridad de las presas.[324]

El Senado intentó detener la enmienda Tellico, pero todo esfuerzo fue finalmente estéril. El punto final de esta penosa historia lo puso el presidente Carter al firmar la propuesta de ley («lo siento», dijo) en septiembre de 1979. Doce horas después, las orugas mecánicas estaban trabajando en Tennessee.

La protección de las especies amenazadas

La Endangered Species Act fue aprobada en 1973 con el apoyo mayoritario de ambas cámaras del Congreso. Se pensaba entonces que iba a solucionar el problema del cese de la extinción de especies como consecuencia de la intervención humana o por lo menos la ralentización del mismo y que iba a preservar, además, los pocos ambientes naturales que quedaban en Estados Unidos. Quizá los legisladores no tenían una noción lo suficientemente clara de la gravedad del problema, es decir, de la cantidad de poblaciones y de especies que ya estaban amenazadas, así como de la magnitud creciente de los daños causados por la sociedad.

La Endangered Species Act, tal como fue redactada originariamente, fue una poderosa arma en favor de la defensa del

[324] Elizabeth Kaplan, «Cruel twist in Snail Darter saga», *Not Man Apart* (Friends of the Earth), septiembre, 1979.

medio ambiente, aunque, debido a la firmeza y rigidez de sus artículos, los ecologistas dudaron en promover acciones legales por miedo a que el Congreso, rehusara a extender el campo de aplicación de dicha ley. A menudo, algunas especies amenazadas no fueron incluidas en la lista de especies a proteger por motivos similares. Por todo ello, muchos ecologistas consideran la enmienda de 1978 como un compromiso aceptable, mientras que otros consideran la creación del Comité Divino como una facilidad más para los organismos de cara a no preocuparse en buscar alternativas aceptables a sus proyectos, que pudieran significar una ayuda para las especies amenazadas de extinción.

La enmienda de 1978 debilitó asimismo la Endangered Species Act al hacer mucho más difícil —y a veces materialmente imposible— la inclusión de una especie en la lista de especies amenazadas. Antes de que una especie pueda ser incluida en dicha lista, debían describirse los límites de su área de distribución, así como realizar un estudio del impacto económico y una campaña de sensibilización pública, y todo ello en un plazo de dos años. Además, la ley deja totalmente desprotegidas todas las poblaciones de invertebrados a menos que hayan sido formalmente descritas como subespecies.[325] El ritmo de crecimiento de dicha lista de especies amenazadas ha decaído gravemente desde que estas precauciones son de cumplimiento obligatorio e, incluso, centenares de especies han sido retiradas de la misma.

A pesar de haberse producido daños irreparables en algunas especies como consecuencia de la modificación de la ley, la Endangered Species Act sigue siendo un arma de considerable poderío para la defensa de las especies y de la integridad ambiental. Estas modificaciones quizá sirvan para que muchos promotores acepten decisiones contrarias a sus proyectos puesto que ahora disponen de amplias oportunidades para

[325] «Services adopt new listing regulations», *Endangered Species Technical Bulletin;* marzo, 1980. pág. 3.

«comprobar» si los beneficios de sus proyectos sobrepasan las pérdidas de otros valores. Además tienen la posibilidad de un aplazamiento previsto, así como mecanismos para concebir compromisos menos dañinos. Sin embargo, el debilitamiento de la ley también estimula a los promotores a continuar en sus estratagemas para soslayar la ley ya sea mediante la introducción de pequeñas modificaciones, ya sea apelando al Comité Divino.

Mientras tanto, las encuestas revelan un creciente aumento de la preocupación de la opinión pública por la preservación de los hábitats y la vida salvaje. Una encuesta llevada a cabo en 1980 indicaba que la mayoría de los norteamericanos eran partidarios de la protección de la vida salvaje (tanto si se trataba de especies en peligro como si no) incluso si ello suponía la erradicación de la construcción de viviendas u otros proyectos relacionados con la construcción.[326]

Mientras tanto, ¿qué ha sido del pobre pez babosa? Algunos centenares de individuos de esta especie todavía sobreviven en ríos cercanos, pero la amenaza de extinción sigue en pie, gracias a una acción deliberada y consciente.

LA POLÍTICA DE LA CAZA DE LAS BALLENAS

La caza de ballenas es un buen ejemplo de cómo determinados intereses económicos puede destruir un recurso biológico. En este caso se trata no de una sino de *doce* especies en peligro de diferentes tipos. Algunas de ellas —la ballena austral, la ballena groenlandesa, la jibarte y el gigantesco rorcual azul— están «comercialmente extinguidas» lo que significa que son tan escasas que ya no se paga a los balleneros para que vayan a cazarlas. El hecho de que las ballenas estaban en peligro fue algo que se empezó a reconocer hace unos cincuenta

[326] Brad Kennedy, «Protecting wildlife», New York Times; 13 de enero de 1980.

años, pero si la protección de las especies en general ha resultado ser una empresa muy difícil a escala nacional, a nivel internacional ha demostrado constituir un asunto virtualmente imposible, especialmente en mar abierto, donde no existe una jurisdicción establecida.

Los intentos de fijar leyes para la regulación de la caza de las ballenas se iniciaron a partir de un acuerdo internacional para la prohibición de la caza de la ballena austral y la ballena groenlandesa en 1935. Justo después de la Segunda Guerra Mundial, fue creada la Comisión Ballenera Internacional (IWC, de «International Whaling Commission») para «procurar la conservación, el desarrollo y la óptima utilización de los recursos balleneros». Los comisionados de dicha organización eran delegados tanto de los países balleneros como de los no balleneros. La IWC estaba asesorada por un Comité científico que establecía cupos anuales para la caza de las diversas especies de ballenas. Ello no significaba la limitación de la caza a tales cupos puesto que, en buena medida, éstos eran ignorados por los balleneros. Sin embargo, las capturas a menudo se acercaban, casualmente, a los cupos, los cuales se basaban en las estimas del tamaño de las poblaciones de ballenas, calculadas por los asesores científicos.

Gracias a una mejora tecnológica, los balleneros mataban un mayor número de ballenas a pesar de las repetidas llamadas de atención de los científicos de la IWC acerca de la caza excesiva a que eran sometidas las poblaciones existentes. Por otro lado, a medida que las reservas de las grandes ballenas iban menguando los balleneros empezaron a fijarse en las especies más pequeñas, que se vieron abocadas inevitablemente a la extinción. Las respuestas de la IWC a este tipo de acciones eran, demasiado débiles y demasiado tardías, mientras que los balleneros, por su parte, a menudo ignoraban los esfuerzos realizados por aquella comisión. La ballena gibarte y el rorcual azul no se incluyeron en la lista de especies protegidas hasta 1966, mientras que la ballena gris, protegida desde 1947, es actual-

mente la única especie de ballenas conocida que ha experimentado una recuperación significativa del tamaño de su población como consecuencia de la protección.

En los años setenta se produjo un notable incremento de la oposición pública a la caza de las ballenas, especialmente en los países industrializados. Ello se tradujo en la aceptación de una moratoria de toda la actividad ballenera comercial durante diez años decretada por la Conferencia Medioambiental de la Organización de las Naciones Unidas de 1972, resolución que fue adoptada posteriormente por la Asamblea General de la ONU. Sin embargo, la Comisión Ballenera Internacional rechazó la moratoria y en su lugar adoptó, en 1975, un complejo esquema de gestión basado en estimas científicos de producciones sostenibles por cualquier población, que hubiera podido mejorar la situación si hubiera sido aplicada adecuadamente.[327]

Mientras tanto, la oposición pública a la caza de las ballenas continúa creciendo, por lo que diversos gobiernos sensibles a este tipo de presión evitan el comercio ballenero. En 1980, únicamente unos doce países continuaban involucrados en la caza de ballenas, la mayoría de los cuales no son miembros de la IWC (los no miembros no están, por supuesto, sujetos a los límites fijados por los cupos). El lento proceso de cambio que ha tenido lugar en la IWC ha sido el resultado de los cambios acaecidos en la posición individual de cada país, los cuales a su vez han respondido a la presión de sus propios ciudadanos, expresada de ordinario por grupos conservacionistas. Éste ha sido el caso de Estados Unidos, que renunció a la caza comercial de las ballenas sólo después de 1970. Por otro lado, hacia finales de aquella década y como consecuencia de las presiones de grupos de ciudadanos, el gobierno australiano estableció una comisión formal, encabezada por sir Sydney Frost, para examinar de forma exhaustiva el asunto de la caza de ballenas.

---

[327] Para un tratamiento del tema de la historia y la economía de la caza de la ballena véase *Ecoscience*, óp. cit., así como Robert M. May. «Whaling, Past, Present and Future», *Nature* 376:319 y ss., 1978.

Esta comisión, apoyada por los conservacionistas y los biólogos preocupados por el tema, logró que en 1978 el gobierno se pronunciara a favor de las ballenas.[328] Desde entonces, el gobierno australiano adoptó un súbito cambio de postura proscribiendo la caza de ballenas y convirtiéndose en el seno de la Comisión Ballenera Internacional en una resuelta y enérgica fuerza a favor de las tesis conservacionistas.

Sólo dos naciones, Japón y la U.R.S.S. mantenían en 1980, sus barcos balleneros en el océano, pero sus actividades se han visto limitadas por las continuas restricciones impuestas por la reducción de los cupos y la extensión de las medidas protectoras. Los cupos de la Comisión Ballenera Internacional se vieron reducidos desde los 45.000 ejemplares totales (para la suma de las distintas especies) en 1972 hasta los 16.000 ejemplares totales que se dieron en 1979.

Por su parte, los japoneses, justifican de forma muy peculiar sus prácticas balleneras. Usualmente arguyen que la caza de ballenas está directamente vinculada a la supervivencia económica de sus compañías balleneras en peligro y que las evidencias científicas sobre los tamaños de población son incompletas e imprecisas. También dicen que la carne de ballena es un componente esencial de la dieta japonesa, aunque en la actualidad sólo constituye una pequeña parte, y además fácilmente sustituible, de la misma. Cuando, en 1979, se propuso, en el seno de la Comisión Ballenera Internacional, la prohibición absoluta de la caza de ballenas en el océano índico la delegación japonesa insistió en el hecho de que las poblaciones de ballenas «podrían experimentar un crecimiento demasiado elevado» a menos que fueran controladas mediante la caza.[329]

---

[328] *Whales and Whaling: Report of the Independent Inquiry* (2 vols.), Australian Government Publishing Service, Canberra, 1978.

[329] «The IWC: Debates in brief», *IUCN Bulletin*, agosto-septiembre, 1979, pág. 73. Este medio de prensa es una excelente fuente de información sobre la política ballenera, así como sobre otros temas conservacionistas.

La política de la caza de ballenas ilustra lo extremadamente complicada que puede ser la política de las extinciones. A finales de los años setenta, Estados Unidos, que se había mostrado a favor de las ballenas durante las negociaciones en el seno de la Comisión Ballenera Internacional fue atacado duramente por las actividades balleneras de un grupo de sus ciudadanos: los esquimales del norte de Alaska.

La controversia esquimales-ballenas groenlandesa

Durante siglos, la tribu de los Inupiat, un grupo de esquimales de Alaska, había cazado la ballena groenlandesa cuando ésta pasaba frente a sus costas durante su migración anual. Tradicionalmente la carne, la piel, la grasa, así como otros productos de las ballenas eran materiales vitales para la supervivencia de dicha etnia. En consecuencia, la caza de la ballena constituía un importante ritual de significado religioso que se llevaba a cabo en medio de grandes ceremonias. En la actualidad, la carne y otros productos de las ballenas han dejado de constituir productos tan esenciales para la supervivencia de los Inupiat, ya que la moderna tecnología y el transporte les proporciona sustitutivos de los mismos. Al mismo tiempo, la tecnología ha logrado que la caza y muerte de una ballena sea más sencilla que utilizando los métodos tradicionales. Además, los salarios conseguidos durante la construcción del oleoducto de Alaska han permitido a muchos más hombres adquirir el equipamiento y embarcaciones necesarias para dicha caza. De modo que a medida que las ballenas se han vuelto menos esenciales para la supervivencia de los Inupiat (aunque no como elemento cultural), su caza se ha visto aumentada en gran número. Durante décadas, hasta principios de los setenta, cada temporada de caza causaba la muerte de unos 15 de estos animales gigantescos, pero con las nuevas embarcaciones, el moderno equipo y el aumento del número de personas dedicadas a esta tarea {tradicionalmente sólo participaban en la caza de la ballena unos pocos hombres experimentados) el número de muertes se ha

elevado considerablemente. Así, en 1976, 48 ballenas fueron llevadas a tierra, mientras que otras 43 fueron heridas pero se perdieron (muchas de las cuales, sin embargo. murieron con toda probabilidad); en 1977 sólo fueron llevadas a tierra 26, pero otras 79 fueron heridas sin haber podido ser capturadas.[330]

La ballena groenlandesa es una de las especies de ballena más amenazada y una de las de biología menos conocida. Su situación actual está en peligro, pero ello no es consecuencia de la caza que practican los esquimales, sino que es el resultado de la caza comercial de ballenas llevada a cabo, por europeos y americanos, durante el siglo XIX y comienzos del XX. En 1977 se calculó que la población total de ballena groenlandesa se cifraba entre 1.000 y 2.000 individuos. Con este tamaño de población resulta obvio que unas pérdidas anuales próximas al centenar de individuos son insostenibles. Por este motivo, la Comisión Ballenera Internacional planteó en junio de 1977, una moratoria a la «caza aborigen» de la ballena groenlandesa que previamente ya había sido excluida del sistema de cupos.

Por este motivo, los Inupiat se sintieron ultrajados y pensaron que su modo de subsistencia estaba en peligro. Desde su punto de vista, el gobierno de las poblaciones de ballena groenlandesa era responsabilidad únicamente suya y opinaban que los funcionarios y los científicos del gobierno de Estados Unidos, conspiraban para defraudar sus derechos. Presionaron al gobierno de la nación para que presentara un recurso a la decisión de la Comisión Ballenera Internacional. Sin embargo, el Departamento de Estado, de una forma bastante razonable, argumentó que plantear una objeción podría significar vía libre para que rusos y japoneses hicieran lo mismo con otras especies, lo que conduciría a la supresión de cualquier traba a la libre caza de ballenas. Por lo tanto, Estados Unidos, como líder

---

[330] John Walsh, «Moratorium for the Bowhead: Eskimo whaling on ice? Science 197:847-850. 1977. Véase también Mike Weber, «Bowhead Whale: A U.S. dilemma», *Whale Center Newsletter*, Fall 1979; John Bockstoce, «Battle of the Bow- heads», *Natural History*, mayo, 1980, y varios números de *Not Man Apart*, 1977-1980.

del movimiento internacional en favor del cese, a todos los niveles, de la caza comercial de ballenas se veía colocado en una situación muy embarazosa.

Los Inupiat pleitearon, aunque infructuosamente. En diciembre de 1977 la delegación norteamericana en la Comisión Ballenera Internacional obtuvo el acuerdo sobre un compromiso de circunstancias mediante el cual se concedía un cupo de doce capturas o, en su defecto y de forma alternativa pero no conjunta, dieciocho dianas. Estudios posteriores de la población de la ballena groenlandesa calcularon su número en unos 2.200 individuos aunque revelaron una cifra extraordinariamente baja de partos y una tasa también muy baja de embarazos. El comité científico de la Comisión Ballenera Internacional dedujo que la única medida segura era reducir el cupo a cero.

Los Inupiat, argumentando que las hembras gestantes no habían sido contadas porque emigran con anterioridad al resto de los individuos, aumentaron sus presiones y consiguieron que el cupo para 1979 se elevara a dieciocho capturas o veintisiete dianas. Sin embargo, esta cifra era menor de la que esperaban y abandonaron la reunión de la IWC amenazando de nuevo con ignorar los cupos y las regulaciones. No obstante, ese año, a causa del mal tiempo y las bajas temperaturas, no lograron ni tan siquiera llegar al cupo.

Para la reunión de junio de 1979 de la Comisión Ballenera Internacional se esperaba, de forma bastante generalizada, que por fin fuera declarada una moratoria a escala mundial de la caza comercial de las ballenas. Como hubiera sido de esperar. Estados Unidos debería haber ejercido un liderazgo en este movimiento, pero los Estados Unidos se comprometían asimismo a lograr el mantenimiento de los cupos para las capturas de ballena groenlandesa por parte de los esquimales. Todo ello suponía un enfrentamiento a los informes del comité científico de la Comisión, que no sólo consideraban el cupo cero como el único método válido, sino que pensaban que el tamaño de la

población de la ballena groenlandesa seguiría bajando inevitablemente aunque no se matara ninguna otra ballena a partir de entonces.

Después de algunas duras negociaciones a puerta cerrada se adoptaron algunos acuerdos. La moratoria para la caza en las zonas costeras, que había sido separada de la caza en alta mar, fracasó, mientras que la moratoria para la caza en alta mar fue aprobada con la excepción, de Japón que logró que se aceptara el mismo método para el rorcual de aleta blanca. También fue aprobada una moratoria de diez años para la caza de la ballena en el Océano Índico por debajo del paralelo 55. Al mismo tiempo, se redujeron los cupos para diversas clases de ballenas; concediendo un cupo a los Inupiat de 18 y 26 ejemplares para la ballena groenlandesa.[331] En pocas palabras, Estados Unidos había logrado la aprobación de la moratoria completa —que este mismo país había propuesto a la asamblea— por el derecho de los esquimales a continuar cazando la ballena groenlandesa.

En la temporada de caza de la primavera de 1980, los balleneros Inupiat, terminaron este período después de haber hecho blanco en veintiséis ballenas (aunque, desafortunadamente, no todas las tripulaciones fueron avisadas a tiempo y otras cinco fueron arponeadas). Asimismo, los esquimales cooperaron en los estudios sobre la dinámica de las poblaciones de ballenas. Miembros dirigentes de la asociación Amigos de la Tierra, que han participado en las negociaciones sobre la caza de ballenas con los Inupiat y que observaron dicha caza durante la temporada de 1980, están firmemente convencidos

[331] «The IWC Quotas could have been cut still more», *IUCN Bulletin*, agosto-septiembre, 1979; Christine Stevens, «Victory for whales», *Defenders*, octubre, 1979; y doctor Jeremy Cherfas, «The great white wash», *New Scientist*. 19 de julio de 1979. Cherfas describe la discusión sobre la separación de la caza de la ballena costera de la efectuada en alta mar como «una disputa acerca de los procedimientos empleados que recuerda una imitación estudiantil del parlamento».

de que es esencial implicar a los esquimales en los estudios sobre la conservación de la ballena groenlandesa. Asimismo, es importante educarlos sobre el tema de la caza de las ballenas, en general, mientras se les sigue permitiendo cazar un número limitado de ejemplares. Todo ello permitirá, sin duda, obtener la colaboración de los Inupiat a largo plazo, lo cual será de gran ayuda para salvaguardar a la ballena groenlandesa.[332]

Mientras tanto, ha aparecido un nuevo y mayor peligro para la ballena groenlandesa: las propuestas de perforaciones petrolíferas en el mar de Beaufort, a donde se dirigen las ballenas en sus migraciones anuales. Los Inupiat ya han colaborado en estudios científicos sobre los impactos ambientales que puede provocar esta actividad, especialmente por lo que se refiere a los efectos sobre las ballenas de los vertidos de petróleo al mar.

Balleneros piratas

Si la única amenaza actual para las ballenas procediera de los balleneros que actúan sujetos a la legislación de sus propios países y a las regulaciones de la Comisión Ballenera Internacional cabría esperar que, eventualmente, las ballenas pudieran seguir subsistiendo. Las normas que rigen la actividad de los balleneros son cada vez más restrictivas, y, a su vez, los balleneros son cada vez más cuidadosos, manteniéndose dentro de los límites asignados. Por otra parte, a medida que la caza de la ballena es menos rentable económicamente, los grupos legales que la practicaban se van reduciendo, lo que produce, a su vez, un aumento de la actividad ilegal.

Algunas organizaciones conservacionistas preocupadas por el tema de las ballenas —especialmente la asociación de carácter internacional People's Trust for Endangered Species y la estadounidense Monitor— han seguido la pista de este tipo de

[332] D. Phillips y E. Kaplan en un informe preliminar para Friends of the Earth, 11 de junio de 1980; Liz Kaplan, comunicación personal.

actividades por parte de barcos piratas cuya propiedad la detentan una serie de compañías fantasma a base de cambios de registro. Esta información era necesaria para que la Comisión Ballenera Internacional endureciera sus regulaciones. El ballenero *Sierra* (que inició sus actividades en 1968) fue el primer, y durante una década el único, barco ballenero al margen de la ley. De acuerdo con un informe del People's Trust,[333] el *Sierra* capturaba entre 40 y 45 ballenas en cada viaje de seis meses de duración (el barco faenaba a lo largo de todo el año), En 1978 se añadió, a esta pesca ilegal, otro barco, el *MV Tonna* que actuaba como buque factoría mientras el *Sierra* arponeaba las piezas, con lo cual las capturas fueron más del doble. Sin embargo, en julio de 1978, al intentar izar un rorcual franco de ochenta toneladas de peso, el *Tonna* se escoró gravemente, una vía de agua inundó su sala de máquinas y se hundió junto a su capitán y varios miembros de la tripulación.

En 1979 un pesquero japonés reacondicionado y bautizado con el nombre de *Cape Fisher* se añadió al *Sierra.* Ambos barcos, de forma conjunta, fueron capaces de capturar 1.200 ballenas al año. Mientras tanto, otros dos balleneros fueron reacondicionados en Sudáfrica con la misma intención. Una compañía sudafricana, la Sierra Fishing Agency, actuaba como armador de los balleneros piratas. Fue difícil averiguar quienes eran los propietarios de la operación, aunque finalmente pudo establecerse la titularidad a la Taiyo Fishery Company, una gran multinacional con base japonesa[334] que vendía sus productos en Japón. El capitán y muchos miembros de la tripulación de dichos barcos eran noruegos y sudafricanos pero, a bordo del *Sierra*, concretamente, viajaban cuatro «inspectores cárnicos» japoneses, cuya misión era cerciorarse que sólo las mejores piezas eran almacenadas, mientras que el resto, el 80% de los cuerpos era rechazado. En 1978. Japón importó más de

---

[333] Publicado de nuevo en el *IUCN Bulletin* de junio de 1979.

[334] Paula Westdahl, «The nefarious pírate whalers», *Not Man Apart*, julio, 1980.

nueve millones de dólares de productos balleneros procedentes de las actividades del *Sierra* y se ha estimado que el barco mató 4.000 ballenas durante cada año de su campaña.

Tal como se ha dicho, el acoso y muerte de las ballenas que practican los balleneros piratas es aún más brutal que el de los balleneros legales. Antiguos tripulantes de los buques *Sierra* y *Tonna* testificaron que el tiempo medio de agonía de las ballenas era de dos horas, e incluso alguna llegó a necesitar tres horas. Muchas ballenas, además, se perdían después de haber sido arponeadas, en parte como consecuencia de que aquellos balleneros no utilizaban los clásicos arpones con punta explosiva porque «destrozaban demasiado la carne». Tampoco los piratas respetaban las normas en cuanto a las especies protegidas o a las hembras se refiere, sino que cualquier ballena que avistaban era un blanco a ganar.

En 1979, ecologistas militantes se embarcaron en el rompehielos *Sea Shepherd*, comprado por la Fund for Animáis y se dirigieron en pos del *Sierra.* A mediados de julio lo avistaron a 180 millas al oeste de Portugal y lo persiguieron hasta el puerto portugués de Leixos. Los ecologistas fracasaron en su intento de llegar a puerto antes que el *Sierra* y una vez en él no obtuvieron el permiso para volver a zarpar, mientras que el *Sierra* se preparaba para una nueva travesía. El joven líder ecologista canadiense, Paul Watson, desembarcó a su capitán e invitó a la tripulación formada por veinte voluntarios a permanecer en tierra si no tenían el estómago suficiente para arriesgar sus vidas y para exponerse a una condena de cárcel. Todos excepto dos de ellos —un australiano y un americano— permanecieron en tierra.[335]

El *Sea Shepherd* abandonó el puerto sin permiso sólo con tres personas a bordo, y puso proa hacia el *Sierra*, armado con su arponera montada en una torreta de proa. Según palabras de

---

[335] La historia del encuentro del *Sea Sheperd* con el *Sierra* está tomada de Paul Watson, «Pírate whalers rammed out of bussiness», *Greenpeace Chronicles*, septiembre, 1979. (Greenpeace Vancouver, B.C. Canadá.) Véase también su «Pírate whaler smashed», *Defenders* (Defenders of Wildlife), diciembre, 1979.

Watson: «Hicimos blanco en su proa, causando un daño mínimo a su arponera, pero el impacto les alertó. El golpe sacudió el *Sierra* y su tripulación empezó a salir por las escotillas igual que hormigas que abandonan el nido cuando son molestadas».

El *Sea Shepherd* dio una vuelta de 360 grados y se colocó de nuevo a babor del *Sierra*. Watson escribió:

> ... Pude ver la expresión horrorizada en los semblantes de la tripulación. Pude ver al capitán Arvid Nordengen, el gran capitán noruego, que, desvalido, nos miraba fijamente mientras maldecía. De una ojeada y por un momento vi un rifle que se levantaba apuntándonos y entonces fue cuando abordamos.
>
> Apenas nos dimos cuenta del impacto en el *Sea Shepherd*... nuestro barco quedó prácticamente encima del ballenero, empujándolo hacia estribor. Con nuestro motor en marcha y a causa de la trayectoria del impacto rajamos su estructura dejando a la vista la carne de ballena almacenada en sus bodegas. Habíamos abierto un boquete en el ballenero de unos seis por ocho pies, pero al intentar despegarnos topamos de nuevo con su parte de babor ocasionándole una hendidura en el casco de unos cuarenta y cinco pies.

El *Sierra* huyó hacia puerto haciendo agua mientras que el *Sea Shepherd* puso proa hacia Inglaterra donde fue detenido por un destructor portugués que apresó a Watson y sus colegas. Los medios de comunicación y la opinión pública portuguesa mostraron una entusiasta simpatía por la acción realizada por el *Sea Shepherd* y las autoridades se plantearon si debían continuar permitiendo que Portugal siguiera constituyendo una estación de envío de los productos de los piratas hacia el Japón.

La Sierra Fishing Agency (en la actualidad ilegal en Sudáfrica) pleiteó en Portugal contra los responsables del *Sea Shepherd* a los que demandó exigiendo un depósito de 7 millones de dólares. Los portugueses retiraron los pasaportes a Watson y a sus dos colegas mientras se resolvía el caso, que fueron forzados a permanecer largo tiempo en Portugal mientras los balleneros piratas actuaban de nuevo. Los tres ecologistas

abandonaron clandestinamente, y por separado. Portugal jurando volver a su barco y «navegar de nuevo en defensa de los gentiles e indefensos gigantes marinos».[336]

Pronto se pudo comprobar que habían llegado malos tiempos para los negocios de los piratas. Estados Unidos aprobó una ley según la cual toda nación implicada en la caza pirata de ballenas podría verse despojada de sus derechos pesqueros en aguas estadounidenses, una medida dirigida particularmente contra el Japón, un buen cliente de las pesquerías norteamericanas. Japón, por su parte, anunció en julio de 1979, la prohibición de todas la importaciones de carne de ballena ajenas a la Comisión Ballenera Internacional, mientras que Sudáfrica, inmediatamente después de que el *Sierra* fuera desmantelado, aprobó una ley que prohibía a sus ciudadanos participar en cualquier actividad ballenera.[337] Por su parte, la Lloyd's de Londres canceló la póliza que aseguraba el *Sierra.* En Noruega, donde la actividad ballenera es ilegal, se investigó la participación de ciudadanos de aquel país en la caza de ballenas. Al mismo tiempo, los dos barcos reacondicionados en Sudáfrica para la caza pirata fueron vendidos, así como el *Sierra* y, el *Cape Fisher.*

Desafortunadamente, las ballenas no estaban todavía a salvo de las depredaciones de los balleneros piratas. Por un momento, el *Sierra* apareció de nuevo de forma misteriosa y se hundió, a principios de 1980, en el puerto de Lisboa, sin que se conozcan las causas o los responsables. Por otra parte, mientras que Sudáfrica tenía prohibido que los dos barcos reacondicionados abandonaran puerto, el *Cape Fisher* rebautizado con un nuevo nombre (que parece ser *Astrid)* ha sido visto en el Atlántico Este, mientras que otros cuatro barcos operan más allá de Taiwán en el Pacífico. Tal como han señalado los medios de comunicación, los piratas han extendido sus actividades en operaciones costeras próximas a naciones que no pertenecen a

---

[336] Watson, Greenpeace Chronicles, óp. cit.

[337] *IUCN Bulletin,* octubre, 1979.

la Comisión Ballenera Internacional. Por su parte, Japón continúa importando carne de ballena pirata a través de consignatarios surcoreanos, un país que sí es miembro de la Comisión Ballenera Internacional.[338]

Mientras tanto, Japón ha declarado públicamente que la caza de ballenas ha dejado de ser rentable, mientras que la U.R.S.S. padece aceptar, de forma relativamente filosófica, el aumento de las críticas procedentes de la Comisión Ballenera Internacional. No obstante, los cupos continúan reduciéndose y, si bien una moratoria total volvió a ser rechazada en 1980, ya se vislumbra el fin de la caza legal de las ballenas.

EL COMERCIO DE ESPECIES EXÓTICAS

Los autores de un reciente libro de análisis sociológico, un sociólogo y un economista, ponen de manifiesto acertadamente que, económica y políticamente hablando, la vista salvaje y las especies amenazadas no tienen otro valor que el que la sociedad les confiera: «... ni la secuoya ni el pájaro azul pueden hablar por sí mismos... y, a menos que el hombre cuide de las secuoyas, éstas desaparecerán».[339] El valor, económicamente hablando, que se aplica a estos seres vivos está ciertamente muy limitado al valor comercial que pueda derivarse de su explotación, como, por ejemplo, el precio de la madera de secuoya. En la actualidad, el «exquisito» valor de muchas especies raras en peligro, es, sin embargo, la causa principal que las empuja hacia su extinción.

Durante la década de los setenta el comercio de vida salvaje — los envíos de unos países a otros de animales o plantas vivos o de productos de origen animal o vegetal— ha aumentado de

---

[338] «Creatures», *Audubon,* mayo, 1980. Westdahl, óp. cit.

[339] E. Stockey y R. Zeckhauser, *A Primer for Policy Analysis,* W. Norton. Nueva York. 1978.

forma espectacular. Gran parte de este tráfico es ilegal y concierne a especies raras y amenazadas o a productos derivados de las mismas.

En 1979, representantes del gobierno de Estados Unidos calcularon que las importaciones ilegales de especies exóticas en peligro a Estados Unidos giraba en torno a una cifra del orden de los 50 a los 100 millones de dólares anuales. Sólo cuando se considere que un gran número de plantas y un inmenso volumen de productos procedentes de especies amenazadas —marfil, conchas, plumas, cuernos, cueros y pieles— también llegan a Estados Unidos y que, asimismo, un gran flujo (que incluye especies amenazadas de Estados Unidos y de Canadá) llega a Europa, al Japón y a otros países, será posible vislumbrar las asombrosas dimensiones de este comercio.[340]

En Estados Unidos los esfuerzos para controlar el comercio de las especies en peligro comenzaron hace ya mucho tiempo con la promulgación, en 1900, de la Lacey Act que prohibía el tráfico entre estados de aves y mamíferos cazados ilegalmente. Aquella ley fue objeto de una enmienda posterior para prohibir la importación de formas de vida salvaje capturadas, muertas o exportadas ilegalmente desde otros países. La importación de plumas de aves salvajes para sombreros femeninos fue prohibida en 1913 por la Wilson Tariff Act. Asimismo. Estados Unidos firmó el primer acuerdo internacional para la protección de la vida salvaje en 1911 que, de común acuerdo con Rusia, Japón y Gran Bretaña limitaba la caza de focas para aprovechar sus pieles en las islas Pribilof, cuyas poblaciones de focas orejudas, sometidas a una presión cinegética excesiva, habían visto reducido su tamaño original hasta un 5% menos. En las décadas transcurridas desde entonces se han establecido muchos otros pactos entre diversos países individuales.

---

[340] Constance Holden, «Cracking down on illegal wildlife trade», *Science* 206:801-802, 1979; Sam Iker, «The crackdown on animal smuggling», *National Wildlife*, octubre-noviembre, 1979, óp. cit.

En 1973 fue establecido el Tratado para el Tráfico Internacional de Especies Amenazadas de la Fauna y la Flora Salvajes (conocido como CITES por «Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora»); que, en 1980, ya había sido firmado por cincuenta y un países. Dicho tratado prohíbe completamente el tráfico internacional de las seiscientas especies exóticas más amenazadas, así como de sus productos y exige licencias de exportación para otros dos centenares de especies. El tratado obliga tanto al país exportador como al importador, pero únicamente las naciones que han firmado la convención están obligadas a cumplir las normas dictadas en él. Por otra parte, la regulación internacional resulta más fácil de sortear por las presiones económicas que la nacional. En consecuencia, el tráfico de formas amenazadas de vida salvaje ha continuado creciendo a un ritmo bastante elevado a pesar de la creación de la CITES.

Buena parte de las especies que son objeto de explotación proceden de países subdesarrollados y a menudo mal equipados para realizar una buena supervisión de sus exportaciones. La gran necesidad que poseen estos países de equilibrar sus balanzas comerciales y la ignorancia general acerca de la importancia que tiene la preservación de las especies puede inducir a muchos funcionarios a cometer actos ilegales. En Kenia, se descubrió que incluso funcionarios de muy alto rango estaban implicados activamente en la exportación —en especial de marfil— que tanto daño ha causado a las poblaciones keniatas de elefantes.[341] En la actualidad, Kenia ha prohibido terminantemente la exportación de marfil, pero otros países africanos continúan realizando tráfico —generalmente ilegal— de marfil.

[341] Jon Tinker, «Controlling the global wildlife trade». *Atlas World Press Review*, julio, 1979; *IUCN Bulletin*, «Elephant numbers are falling heavily», enero- febrero, 1980.

En los países desarrollados, que por lo general son importadores de este tipo de artículos, el problema se basa principalmente en la educación y la capacitación profesional de las mismas. En Estados Unidos los pocos funcionarios de aduanas cualificados para detectar las especies o los productos amenazados están concentrados, únicamente, en un puñado de puertos. Mientras tanto, de 1973 a 1978, las importaciones de productos relacionados con la vida salvaje, hacia Estados Unidos, aumentó desde los cuatro hasta los 187 millones de especímenes, a pesar de las restricciones legales que tuvieron lugar.

Algunas importaciones, incluyendo a veces la de animales vivos, entran de contrabando en el país, mientras que otras llegan con documentación falsa o a través de un tercer país (no firmante del acuerdo CITES).

Algunas de las técnicas contrabandísticas se podían considerar ingeniosas si no fueran tan crueles para los desventurados animales que las sufren. Así, por ejemplo, los inspectores de la Fish and Wildlife, en Estados Unidos, encontraron loros enfundados en medias de nylon que estaban escondidos en las puertas de automóviles o bien atrapados en el doble fondo de envíos de serpientes venenosas.[342] Debido a estos tipos de transporte, las pérdidas son muy altas y quizá sólo uno de cada diez animales pueda sobrevivir al viaje, en buena parte como consecuencia de que los consignatarios ignoran cómo deben tratarlos. Por su parte, los productos también son a menudo mal empaquetados, por lo que, al final deben ser desechados.

A pesar del elevado porcentaje de pérdidas, el comercio ilegal de vida salvaje es extremadamente lucrativo. Por ejemplo, un solo ejemplar de guacamayo sudamericano o de cacatúa asiática puede venderse en Estados Unidos hasta por 8.000 dólares y un cactus exótico puede alcanzar los 5.000. La cacatúa blanca australiana, cuya exportación está prohibida en Australia, se ha hecho muy popular en Estados Unidos gracias a su

[342] Iker, óp. cit.

aparición regular en la serie televisiva *Baretta* (a pesar del testimonio del protagonista, Robert Blake, que comentaba que su presencia resultó muy molesta para trabajar). Un solo ejemplar, importado ilegalmente se vendió por 5.000 dólares en 1979. En Alemania, por otro lado, un abrigo de piel de ocelote sudamericano puede venderse por 40.000 dólares.

Y tal como ocurre en el tráfico ilegal de estupefacientes, los beneficios son altos, y los riesgos son escasos en este tipo de comercio ya que los importadores son raramente descubiertos y, cuando lo son, de ordinario son sancionados con pequeñas multas. Por ejemplo, a finales de los setenta, dos australianos culpables de contrabando de una partida de cacatúas australianas que alcanzó un valor de 60.000 dólares en Estados Unidos, fueron multados, cada uno, con 1.000 dólares.

Los funcionarios de Estados Unidos pudieron comprobar cuán extenso y bien organizado ha llegado a ser el ilegal negocio comercial de ejemplares salvajes, cuando en 1975 el agente de aduanas de aquel país, Joseph O'Kane arrestó a un tal Henry Molt, Jr., y a sus colaboradores, en Philadelphia. Molt estaba especializado en la importación de reptiles y la inspección de su oficina puso al descubierto «una deslumbrante colección de documentos procedentes de todo el mundo —África. Asia y Australia— que revelaban un extenso contrabando y una contabilidad de dobles facturas así como toda una serie de documentos falsos».[343]

Aunque del despacho de Philadelphia se hubieran podido extraer una multitud ingente de pruebas para inculpar a Molt y a sus amigos. O'Kane, otro agente de aduanas. John Friedrich y el abogado del Estado Thomas Mellon decidieron rastrear todas las pistas que había puesto de manifiesto el negocio de Molt así como investigar a sus clientes. Para ello realizaron una vuelta al mundo de seis semanas en la que visitaron las islas Fiji. Australia. Papuasia y Nueva Guinea, Singapur, Tailandia

[343] Holden, óp. cit.

y Swazilandia. O'Kane relató lo siguiente a un redactor del *National Wildlife* «pudimos seguir la pista hasta un aldeano que nos dijo: "estaba en un apuro y lo cogí"».[344] Los tres viajeros también obtuvieron documentos diversos que culpaban a Molt e interrogaron a traficantes internacionales relacionados con el comercio ilegal de vida salvaje en Singapur y en Bangkok.

Como consecuencia de aquellas investigaciones. Molt fue juzgado por contrabando, lo cual constituye delito si se compara con la infracción de la Lacey o la Endangered Species Acts, que es considerada simpletemente como mala conducta. Sin embargo. Molt terminó con una sentencia relativamente leve, sólo catorce meses de cárcel, 20.000 dólares de multa, tres años de libertad condicional y la prohibición de importar vida salvaje o viajar a aquellos países en donde previamente había obtenido reptiles. Fue la sentencia más dura jamás impuesta hasta el momento por contrabando de vida salvaje, si bien la fiscalía y los conservacionistas esperaban más. Sin embargo, si se compara este negocio con algunos círculos de contrabando de aves, de los que se afirma poseen conexiones con la Mafia y mantienen lazos con el tráfico de drogas, la de Molt era una operación pequeña. En favor de la reputación de este personaje hay que decir también que. Molt, a diferencia de muchos otros contrabandistas, cuidaba bien de sus animales.[345]

La aplicación de aquellas medidas restrictivas en los países de donde proceden estas especies exóticas, generalmente países en vías de desarrollo, en un asunto difícil. El recolector o el cazador furtivo son, de ordinario, pobres campesinos que intentan ganar un poco más de dinero para alimentar a su familia. Su ganancia es comparativamente pequeña en la mayoría de los casos, mientras que los beneficios sustanciales van a parar a los consignatarios, los comerciantes y los intermediarios en el negocio. En estos casos, la gran excepción la constituyen los

---

[344] Iker, óp. cit.

[345] Mike Lipske, «Trafficking in rare reptiles», *Defenders*, abril. 1980.

cazadores furtivos que buscan el marfil y el cuerno de rinoceronte. Un kilogramo de marfil puede convertirse en la renta anual de un aldeano africano y un sólo colmillo de elefante africano puede fácilmente pesar diez kilogramos. Los cazadores furtivos de rinocerontes forman a menudo cuadrillas fuertemente armadas, cuya carencia de escrúpulos se extiende más allá de sus presas. En junio de 1979, un guarda de los parques nacionales tanzanos fue muerto, en la reserva del Ngorongoro, por los disparos de los cazadores furtivos de rinocerontes, armados con ametralladoras, cuando él y un grupo de vigilantes trataban de arrestarlos. El increíble valor económico del cuerno de rinoceronte «justifica» evidentemente los riesgos y la violencia.[346]

Algunos países africanos alarmados por la rápida disminución de sus formas de vida salvaje están realizando considerables esfuerzos para impedir la caza furtiva y la recolección ilegal. Sin embargo, estas acciones son difíciles en países grandes y poco desarrollados que cuentan con sistemas pobres y recursos muy limitados.

Por lo tanto, y de acuerdo con estas circunstancias, bueña parte del coste de la aplicación de tales medidas recae sobre los países ricos, lo cual no deja de ser justo puesto que buena parte de la demanda de especies y productos de vida salvaje se origina en tales países. Las organizaciones conservacionistas y en particular el World Wildlife Fund, dedican importantes sumas de dinero a aumentar las actividades proteccionistas en los países pobres, a veces con bastante éxito. Sólo en Swazilandia se gastó más de un millón de dólares, a finales de 1979, para salvaguardar al elefante africano. Del mismo modo, también resultaría muy apropiado que el U.S. National Institutes of Health de Estados Unidos, así como instituciones similares de otros países ricos contribuyeron a mantener reservas para las poblaciones de simios y macacos como compensación parcial

[346] The *IUCN Bulletin*, «Rhinos are no Dodos-yet», enero-febrero, 1980.

por la explotación que se efectúa con fines de investigación médica de tales poblaciones.

Obviamente, este enorme tráfico de vida salvaje ya sea legal e ilegal, no existiría si no existiera a su vez un mercado para sus productos. ¿Quiénes son los compradores? No es en absoluto consolador saber que algunos de los mayores compradores son propietarios y empleados de zoológicos públicos. Por ejemplo, en el caso Molt se vieron implicados nueve grandes zoológicos, entre ellos los de St. Louis, Washington D.C. y Philadelphia. Su excusa fue que, si bien los zoológicos pueden obtener permisos especiales para importar especies amenazadas, el contrabando o la utilización de documentación falsa resultaba más fácil e implicaba una menor burocracia. Por desgracia, y probablemente debido a razones políticas, los gestores de los zoológicos implicados en el caso Molt no fueron procesados y el Departamento de Interior únicamente impuso una serie de multas, cuya cifra ascendía hasta 5.000 dólares, para cinco de los implicados.[347]

Las implicaciones de los zoológicos no se limitan a Estados Unidos. Una sección de la Unión Internacional para la Conservación de la naturaleza con sede en Londres descubrió, en 1978, un tráfico ilegal con destino a un zoo del Japón, mientras que el zoológico de Yakarta, en Indonesia, declaró haber sido contactado por una compañía comercial para llevar de contrabando aves del paraíso hacia el Japón. Estos falsos zoológicos aparentemente trabajan tratando de persuadir a los países con leyes restrictivas para la exportación a fin de que permitan la salida de especies raras.[348]

Otros compradores importantes de plantas y animales vivos son los coleccionistas privados, personas que mantienen zoológicos privados, aviarios o jardines botánicos. No obstante, es probable que la mayoría de estas personas no sean conscientes

---

[347] Lipske, óp. cit.

[348] J. A. Burton y T. Inskipp, «The zoo connection», *New Scientist.* 5 de enero de 1978.

de que contribuyen a lo que un observador ha calificado de «negocio de la extinción».[349]

La gente que compra productos de especies en peligro, ya sea en el extranjero o a través de la importación, puede a veces hacerlo de forma inocente. Sería necesaria mucha más publicidad acerca de cuáles son los productos derivados de especies real o potencialmente amenazadas. En la década de los sesenta se llevó a cabo una publicidad tan generalizada en torno a los felinos salvajes de Asia y África —tigres, leopardos, leopardos indios, etc.— que cuando la actriz de cine Gina Lollobrigida apareció en público con un abrigo de leopardo la opinión pública y las críticas en general se pusieron en su contra. Desde entonces, los más prestigiosos peleteros de Estados Unidos y de Europa se comprometieron formalmente a no usar pieles de dichos animales.

No obstante, otros animales, cuyas pieles todavía se emplean con fines comerciales, se ven abocados a la extinción como consecuencia de esta amenaza, especialmente los ocelotes y jaguares de América del Sur y los linces, nutrias y lobos de América de Norte. Incluso el Pentágono, estuvo a punto de convertirse en una de las principales amenazas para los lobos, cuando propuso forrar con la piel de dichos animales las capuchas de cerca de 280.000 chaquetones para la milicia. Afortunadamente alguien observó a tiempo que la puesta en práctica de aquel plan hubiera significado la muerte de la mitad de los lobos que todavía quedan en Estados Unidos.[350]

La preocupación por las especies amenazadas por parte del gobierno de Estados Unidos parece haber aumentado tal como lo demuestra el juicio de Molí como contrabandista. El presidente Carter puso coto al tráfico ilegal en un discurso de tono ambientalista pronunciado en 1979 y poco después una nueva sección legislativa para la vida salvaje fue establecida en el seno del Departamento de Justicia. En la actualidad, la ley está

---

[349] Holden, óp. cit.

[350] Tinker, óp. cit.

siendo aplicada contra la importación de *cualquier* planta, animal o producto en peligro independientemente de si su exportación está prohibida en el país de origen o de si dicho país es firmante del acuerdo CITES. Por otra parte, el Congreso estudia en la actualidad nuevas enmiendas a la Lacey Act que podrían significar penas más duras para los infractores, así como facilitar la demostración de culpabilidad que se lleva a cabo mediante la actual ley.[351]

Una vigilancia más atenta y más eficaz de las importaciones hacia Estados Unidos probablemente contribuirá a disuadir al comercio ilegal de vida salvaje, por lo menos en dicho país. No obstante, es necesaria una vigilancia mucho más seria en los restantes países firmantes del acuerdo CITES, importadores y exportadores, así como la ampliación del acuerdo con la incorporación de países actualmente no incluidas. China, por ejemplo, se ha adherido recientemente a este acuerdo y su cooperación puede reducir la presión que mantiene al rinoceronte al borde de la extinción, aunque quizá sea demasiado tarde para salvarlo.

El comercio de vida salvaje, por supuesto, no supone únicamente un grave peligro para las especies y poblaciones ya amenazadas ya que, debido a su enorme y creciente volumen, amenaza con poner en peligro especies adicionales que no lo estaban anteriormente. La clave definitiva para la solución del problema es la educación pública. Los potenciales compradores de cualquier parte del mundo, deben saber, y convencerse, que la compra de especies amenazadas y de sus productos no es sólo ilegal sino que resulta inadecuada si tienen en cuenta sus intereses. Los cazadores, tramperos, recolectores y los furtivos que viven del contrabando —ya sea en las remotas aldeas africanas, las pluvisilvas de América del Sur o de Papuasia y Nueva Guinea, o en las zonas salvajes de Estados Unidos— deben ser conscientes que despojar su país de vida salvaje es un acto absolutamente nefasto para la vida en general. Por otro

[351] Lipske, óp. cit.

lado, los fabricantes de objetos con productos derivados de especies amenazadas deberían buscar materias primas alternativas para su artesanía. El comercio de vida salvaje no terminará definitivamente hasta que se reconozca de modo general que una especie amenazada tiene valor *real* únicamente en su medio natural.

LA POLÍTICA DE LA DESTRUCCIÓN DE HÁBITATS

En los ejemplos planteados anteriormente, la batalla política era la causa principal de la eliminación de las propias especies amenazadas. Sin embargo, la esencia de la conservación de la diversidad orgánica no es la defensa de las poblaciones y de las especies de forma individual, una por una, sino la conservación de los *ecosistemas naturales* relativamente intactos. La clave se encuentra en la reducción al mínimo de la destrucción de hábitats ya que prácticamente cada lugar posee poblaciones únicas, cuya desaparición contribuye al empobrecimiento biológico de la Tierra. En consecuencia, el movimiento conservacionista no debe enfocar únicamente sus batallas sobre los gorilas, las ballenas, los leopardos o el pez babosa, en concreto, sino que deben plantearse, como las batallas militares, sobre el terreno, es decir, el *hábitat*. *Sólo* la salvación del hábitat podrá preservar a la mayoría de las especies.

El ímpetu económico para el «desarrollo» impulsado por el crecimiento de la población humana en busca de más recursos no es, en absoluto, fácil de eliminar. El ambiente natural y sus componentes vivientes no están considerados como parte de los más preciados recursos de la humanidad por los poderosos intereses económicos y políticos. Por dicho motivo, se plantea una desigual batalla que enfrenta a los explotadores y a los ciudadanos que mantienen una visión a largo plazo de una mejora de la sociedad.

Concretamente, una de las áreas de hábitats primigenios biológicamente más ricas del oeste de Estados Unidos, así como otros muchos valores también se debaten en este clásico

ejemplo de batalla política sobre un terreno necesario para soportar las otras especies.

AMAX versus Crested Butte

A nueve mil quinientos pies de altura, en un valle de alta montaña de la vertiente occidental de las Colorado Rockies, el biólogo

John C. Johnson fundó, hace unos cincuenta años, el Rocky Mountain Biological Laboratory (R.M.B.L.) que desde entonces se ha consolidado como un centro de investigación y enseñanza de la ecología.

El valle y la zona adyacente, en su mayoría cubiertos por bosques de propiedad nacional, no sólo son extraordinariamente bellos sino que albergan también una considerablemente rica diversidad de vida, gracias a la distancia que les separa de las zonas urbanas. La flora y la fauna de los Central Plains, del Far North, del Great Basin y las de los desiertos del sudoeste se pueden encontrar allí. Esta zona posee la mayor pluviosidad del estado, lo que en parte explica su productividad biológica. Dentro de distancias sorpresivamente cortas, los biólogos pueden encontrar y estudiar biotas de pisos de vegetación que van desde las situadas por encima del límite de los árboles, en la tundra, pasando por los abetales y alamedas o los prados de montaña, hasta —en las llanuras más bajas hacia el sudoeste— el desierto.

Los mamíferos presentes incluyen ciervos, uapitís, carueros de las Rocosas, cabras monteses y, ocasionalmente, osos negros, coyotes, comadrejas, martas, marmotas, pikas, liebres americanas, ardillas, musarañas y ratones. La avifauna es igualmente diversa: desde rapaces diurnas y nocturnas hasta picos chupasavias, —uno de los cuales insistía en golpear con su pico nuestra chimenea metálica a las seis de la mañana. También era posible encontrar trupiales de alas rojas, correlimos manchados, mirlos de agua y varias especies de colibrís, mientras que los trinos del chingolo gorjiblanco pueden ser oídos

desde cualquier sitio. Los saltarines arroyos contienen, por su parte, cuatro especies de trucha y una abundante representación de insectos, mientras que sobre los prados vuelan docenas de especies de mariposas.

La flora es igualmente diversa y abarca desde los resistentes líquenes de las rocas de las cumbres hasta las artemisas y los cactus de las áreas más bajas. La variedad de flores que es posible encontrar en un prado montano es ingente: girasoles y margaritas, lupinos, linos y ásteres, campánulas, gilias escarlata, castillejas, penstémones, lirios y espuelas de caballero. En las umbrías del interior del bosque, en julio, pueden verse abundantes columbinas, las bonitas y delicadas flores emblemáticas del estado de Colorado. Asimismo, entre las inconspicuas y pequeñas plantas que crecen en las cumbres existen algunas muy raras, las cuales figuran en la lista de especies protegidas.

Los biólogos y los estudiantes que llegan allí procedentes de todo el país, e incluso de otras naciones, para estudiar en aquel singular laboratorio al aire libre, no son las únicas personas que disfrutan de su belleza y opulencia biológica. Los ganaderos locales pastorean sus reses de vacuno en los prados elevados cada verano. Y cerca de un millón de personas llegan anualmente desde otras partes del país para visitar Gunnison County. Excursionistas, montañeros, alpinistas, gentes montadas a lomos de caballos, cazadores y esquiadores pasan a miles por el valle. Los pescadores, por su parte, prueban su pericia frente a las astutas truchas «brown», «cut- throat», *fontinalis* y arco iris.

A nueve millas del laboratorio, en un amplio valle rodeado de montañas, se encuentra un lugar histórico, Crested Butte, una antigua aldea minera cuidadosamente restaurada y convertida ahora en un centro turístico y estación de esquí muy concurrido. En verano, Crested Butte patrocina festivales artísticos al aire libre, y una celebración, el cuatro de julio, que ya forma parte de la leyenda.

Muchos jóvenes que abandonaron las ciudades del Este y del Medioeste durante las décadas de los sesenta y los setenta en busca de una forma de vida más sencilla y cercana a la naturaleza, se aposentaron en Crested Butte. Durante algún tiempo, se produjeron algunas tensiones y polémicas entre los nuevos habitantes y las antiguas familias de mineros y rancheros, pero a finales de los años setenta ambos grupos estaban unidos de forma prácticamente unánime en su oposición a una nueva y peligrosa amenaza procedente del exterior.

Una gigantesca multinacional, dedicada a la promoción y desarrollo de recursos naturales, la AMAX (originalmente American Metals Climax) Corporation había descubierto la mayor reserva mundial de molibdeno en Mount Emmons, una montaña de 12.392 pies de altitud que asoma, hacia el oeste, directamente sobre el poblado de Crested Butte.[352] El molibdeno se presenta normalmente en concentraciones muy pequeñas, incluso en los yacimientos más «ricos». El de Mount Emmons es uno de estos depósitos, con una riqueza de menos de un 0,5 a un 1% de molibdeno en los principales filones. A pesar de ello, el yacimiento está valorado en más de ocho mil millones de dólares. La AMAX planea vaciar la mayor parte de la montaña en el transcurso de unas pocas décadas y moler, en enormes molinos, más de 165 millones de toneladas, extraer el molibdeno —que debe ser refinado y transportado— y depositar los residuos en los valles contiguos, colmatándolos eventualmente. De este modo, la montaña, destripada, podría desplomarse gradualmente.

La propia mina, la zona de molienda, las escombreras, las nuevas carreteras, así como los sistemas para transportar las menas y las gangas (que incluyen dos túneles de 4,5 millones de longitud en el seno de la montaña) destruirían, por sí solos, miles de acres de terreno. La mina, a sólo dos millas del po-

[352] Gunnison National Forest Report, «Description of the Munt Emmons Mining Project», 1979.

blado, daría lugar una actividad industrial excesivamente ruidosa en un lugar tan bucólico. Además, si los molinos fueran instalados cerca de la misma mina, tal como originalmente estaba previsto, el ruido se oiría a diez millas a la redonda. Asimismo, el conjunto de las operaciones de extracción crearía el tipo de problemas de contaminación del aire y del agua inevitablemente asociados con la minería a gran escala.

Esta industria también conllevaría consecuencias sociales y económicas de importancia. Las operaciones de extracción, molienda y transporte de la mena beneficiada requerirían grandes cantidades de energía y combustible, para lo cual sería necesario levantar una nueva central eléctrica en la zona así como la importación de grandes cantidades de carbón y de petróleo. Las comunidades locales quedarían ahogadas por el repentino influjo de miles de trabajadores de la construcción, mineros y sus familias, que en pocos años doblarían la población de Gunnison County que actualmente apenas supera los 10.000 habitantes. Otros muchos poblados del Oeste han sufrido graves alteraciones económicas y sociales, en las que se incluyen olas de criminalidad, al producirse tales proyectos de desarrollo que, más tarde o más temprano, suele ir seguido de un reventón, o desinflamiento súbito.

Por otra parte, durante los últimos años se han incrementado sobremanera las reclamaciones de propiedad y peticiones de permiso para abrir minas en todas las montañas de la zona (1.500 peticiones sólo en 1978); la mayoría de las cuales son para extraer uranio, aunque también las hay de plata y otros metales.[353] Al mismo tiempo, se han llevado a cabo extensivas actividades de sondeo de petróleo en diversos lugares de las

[353] Tom Huth, «Crested Butte: A town fights for its heritage», *Historie Preservaron*, marzo-abril, 1979; Susan Cottingham, «Crested Butte takes on a mining giant», *Living Wilderness*, enero-marzo, 1979; y David Sumner, «AMAX comes to Crested Butte», *Sierra*, septiembre-octubre, 1979. Los tres artículos incluyen fotografías en color que permiten hacerse una idea de lo que realmente está en juego. Mientras que *Historie Preservation* muestra el encanto del pueblo en sí, las otras revelan la belleza de sus alrededores.

montañas vecinas, algunas ele las cuales son adyacentes, y visibles, desde los Maroon Bells y Snowmass, que son zonas de vida salvaje. Todas estas actividades indican que muchas otras empresas están simplemente a la espera de la aprobación del proyecto de la AMAX, a lo que seguiría la construcción de carreteras y de una central eléctrica, así como de otras obras de infraestructura que facilitarían las propias actividades mineras. De modo que, si el proyecto de la AMAX se lleva a cabo, el impacto colectivo podría ser enorme, ya que las compañías más pequeñas que iniciarían operaciones similares podrían no poseer los recursos suficientes para valorar el hábitat circundante del modo en que se trata por la AMAX.

Cuando la AMAX anunció por primera vez su proyecto de abrir una mina en Mount Emmons, las personas ancianas en Crested Butte se alegraron de la idea, ya que para ellos, en su nostalgia de los días pasados, una mina significaba uno o dos hombres y una muía, con picos y palas y quizás un poco de dinamita, que con su esfuerzo cavan un agujero en la ladera de la montaña. Pero, a medida que la enormidad del proyecto minero industrializado de la AMAX se puso en marcha, muchas de aquellas personas se pusieron del lado de los nuevos colonos de Crested Butte, oponiéndose al mismo. A principios de 1979 bajo el liderazgo de su militante alcalde, W. Mitchell,[354] la población de Crested Butte aprobó por abrumadora mayoría una resolución contra el proyecto minero, mientras que la mayoría de la población de Gunnison ha manifestado sentimientos similares.

---

[354] El alcalde, que prefiere ser llamado simplemente «Mitchell» fue, por dos veces, víctima de graves accidentes. Como consecuencia de ellos quedó confinado a una silla de ruedas, una circunstancia que apenas ha limitado su actividad. Mitchell no ha dudado en llevar su caso a nivel nacional, incluyendo visitas al Congreso y, por lo menos en dos ocasiones, a la Casa Blanca. Dice, con humor, que se había propuesto hacer diez mil cosas en la vida, pero que sus accidentes le han forzado a reducir la lista a nueve mil. Los Amigos de la Tierra le acaban de confiar la 9.001 al elegirle miembro de su equipo de dirección. Para un perfil de Mitchell véase Kenneth Brower, «Phoenix of Crested Butte», *Omni*, junio 1979, págs. 127-128.

No obstante, serían necesarias algo más que resoluciones, opiniones mayoritariamente negativas y un alcalde empeñado en detener la impresionante fuerza de destrucción que conlleva el proyecto AMAX. Afortunadamente, gran parte del proyecto debe ser realizado, en tierras federales (bosque nacional) por lo que deben hacerse estudios acerca del impacto ambiental, y cada paso debe ser aprobado por el National Forest Service, la County Planning Commission y el estado de Colorado, así como por el pueblo de Crested Butte, cuya agua y aire están ya directamente amenazadas. Cada una de aquellas entidades tiene el poder legal para detener el proyecto.

La AMAX arguye que su derecho para llevar adelante su proyecto se deriva de la ley minera de 1872, la Federal Mining Law, que concede el derecho a las labores de minería y beneficio del mineral en depósitos, situados en tierras de propiedad federal, a quien quiera que lo solicite adecuadamente. Sin embargo, aquella ley fue aprobada hace más de un siglo en los días de la minería de pico y pala durante el Salvaje Oeste y, en cambio, la minería a una escala que destruye montañas enteras y ensucia con sus residuos, enormes valles de muchas millas, resultaba inimaginable para sus autores. De los debates congresuales de finales de siglo se desprende sin lugar a dudas que la *intención* de la ley de 1872 era la de estimular al *pequeño* minero.[355] La ley concedía al peticionario el título sobre el yacimiento que había pedido y veinte acres de terreno sobre el mismo, mientras que en la actualidad las grandes compañías soslayan esta limitación planteando numerosas peticiones sobre puntos adyacentes. La AMAX ha adquirido permisos para

[355] Charles H. Callison, «It's high time to scuttle the giveaway mining law», *Living Wilderness*, enero-marzo, 1979, págs. 4-9. Un detallado examen de los debates congresuales sobre la Mining Law de 1872 ha sido realizado por los procuradores de la aldea de Crested Butte. Véase también Heather Noble, «Environmental regulation of hardrock mining on public lands: Bringing the 1872 law up to date», *Harvard Environmental Law Review* 4:1, 145-163. 1980.

lugares de vertido de residuos mediante «tratos» con el Forest Service sobre otras tierras que posee en la zona.[356]

La AMAX Inc., no es un recién llegado en el mundo de los negocios, sino que tiene tras de sí una larga tradición. Una multinacional con base en Connecticut, la AMAX produce, por lo menos, el 40% de las necesidades mundiales de molibdeno. La compañía inició sus negocios en 1917 con un proyecto minero conocido como Climax, al sur de Leadville, en Colorado. Con el transcurso de los años, buena parte de la montaña ha sido desventrada y una zona de terreno más adecuado ha sido cubierta por las escorias, que envenenan los manantiales de agua situados más abajo. Así pues, Climax no es otra cosa que una colosal plaga ambiental.

Una empresa más reciente, y no tan lejana, como la mina Henderson ha sido desarrollada de forma mucho más cuidadosa. La AMAX se ufana de sus esfuerzos en pro de la protección ambiental en Henderson y repetidamente ha prometido ser igual de cuidadosa en Crested Butte, para lo cual ha acometido una campaña de relaciones públicas para persuadir a la ciudadanía local de su gran preocupación ambientalista y para perpetuar la imagen del minero como «un montañero con pico, pala y muía». Para lograr el apoyo de Crested Butte, la AMAX ha asumido la tarea de limpiar Coal Creek, que atraviesa el poblado, y que está completamente envenenado por los residuos de la antigua mina Keystone, actual propiedad de la AMAX. Las presas de contención de los escombros han sido estabilizadas, pero la limpieza del torrente está resultando un problema contumaz.

Sin embargo, como el examen de la actividad en Henderson pone claramente de manifiesto, independientemente del cuidado con que se lleve a cabo la extracción de molibdeno, ésta produce, por su propia naturaleza, una enorme destrucción de los ecosistemas naturales así como una pérdida de valores más

---

[356] Tom Huth, óp. cit.; John Hooper. «High alpine valley coveted by mining Corporation»; *Wilderness Report* (The Wilderness Society), mayo, 1979.

atractivos. La extracción «cuidadosa» de molibdeno constituye un ejemplo clásico de lo que el economista Kenneth Boulding define como «suboptimización», es decir, hacer lo mejor posible algo que jamás debería hacerse.

¿Es realmente necesaria la apertura de esta nueva mina? Después de todo. AMAX y trabaja en Henderson, que produce una considerable cantidad de molibdeno, y continuará produciéndolo durante varias décadas. Además, Climax sigue produciendo y la AMAX posee minas o está en negociaciones para ello, en otros lugares, Alaska entre ellos. Además, el molibdeno se produce, en cantidades relativamente considerables, como subproducto de la minería de cobre. Y a pesar de todo la AMAX gasta buena parte de sus miles de millones de dólares investigando y promoviendo *nuevos* usos para el molibdeno.

El molibdeno es utilizado fundamentalmente para dar tenacidad al acero en aleación. El acero endurecido de este modo es utilizado en los motores de aviación y de automóvil, en el oleoducto del Ártico, en las bicicletas de carreras ligeras y, según se ha dicho, en la fabricación de proyectiles y misiles balísticos. Estados Unidos es el principal productor mundial de molibdeno y aproximadamente la mitad de su producción es exportada[357] (buena parte de la cual vuelve a través de los coches alemanes y japoneses). Además, un importante importador de estos productos es la Unión Soviética, tanto directamente como a través de terceros países europeos. Resulta paradójico que su exportación a la Unión Soviética esté permi-

[357] Robert J. Regan, «U.S. walks tightrope over molybdenum supply», *Iron Age*, 17 de septiembre de 1979. La venta de molibdeno supone una positiva contribución para la balanza comercial de Estados Unidos, un beneficio del que la AMAX gusta de vanagloriarse. Sin embargo, tal contribución resulta trivial si se la compara con lo que pudiera significar, en términos de aumento de los beneficios de las exportaciones, una pequeña mejora en la eficiencia de los coches americanos.

tida. Ya que las aleaciones que contienen molibdeno son consideradas «materiales estratégicos» y su exportación a Rusia no está autorizada.[358]

Los líderes de Crested Butte piensan que su lucha, en apariencia otra batalla local más, tiene implicaciones y ramificaciones de significado nacional y, quizá, internacional, que puede resultar crucial para el futuro desarrollo e interpretación de las leyes mineras. Por otra parte, está relacionada con cuestiones como la balanza internacional de pagos de Estados Unidos y la seguridad militar. Y por encima de todo, Mount Emmons no es un caso aislado, ya que los mineros están planteando peticiones para iniciar o ampliar explotaciones en todas las Montañas Rocosas y el Great Basin, desde el límite del Glacier Park, en la frontera canadiense, hasta las colinas desérticas de Arizona y Nuevo México. Quedan pocas zonas inalteradas en la actualidad que puedan servir para el esparcimiento humano o para que las demás especies vivan sin ser molestadas. Además, si se lleva adelante este proyecto, las compañías mineras pueden transformar toda la cordillera de las Montañas Rocosas en una serie de Climax. El alcalde Mitchell lo expresó del siguiente modo: «Ya no se trata de perder un pequeño trozo de un conjunto muy grande de terreno. El asunto se desparramará hacia los valles próximos.»[359]

Todo este asunto sigue pendiente, desde 1981, debido a causas como la legalidad de las tentativas de Crested Butte para proteger sus recursos acuíferos o la interpretación que de la Federal Mining Law de 1872 haga el Forest Service. La AMAX parece determinada a seguir adelante, mientras que su oposición está igualmente determinada a parar el proyecto.

---

[358] Un antiguo discípulo de Paul, Ray White, ahora residente en Virginia, escribió al Senador John Warner de aquel estado, en 1979 sobre dicha cuestión. La información proviene de una carta al Senador Warner de R. B. Schwartzman, subsecretario interino para la regulación del comercio en el Departamento de Comercio, en respuesta a las preguntas del senador.

[359] Citado en Sumner, óp. cit.

Si la AMAX triunfa, sus accionistas y algunos habitantes del pueblo ganarán mucho dinero, ya que el molibdeno y, en consecuencia, los productos que requieren un acero más tenaz, pueden abaratarse. Por otro lado, si Crested Butte continúa inalterable, las actividades económicas «renovables» de la zona —la ganadería, el turismo y la investigación biológica y geológica— podrán seguir indefinidamente. Y estas actividades, que tienen un impacto relativamente minúsculo sobre los habitantes no humanos de la zona, proporcionarían a largo plazo mayores beneficios económicos para Estados Unidos que las operaciones irreversibles de la minería.

La AMAX y las otras compañías mineras extraerían los productos que andan buscando y abandonarían la zona en unas pocas décadas, dejando tras de sí el decaimiento social y una masiva destrucción de hábitats. Al igual que las compañías balleneras y otras corporaciones especializadas en la explotación de los recursos naturales, las compañías mineras únicamente desean obtener un máximo beneficio.

Sólo la vigilancia pública y la acción concertada podrán impedir que la actividad minera destruya los recursos biológicos y estéticos remanentes de Estados Unidos. Existen alternativas para ello, entre las cuales se encuentra la limitación de la práctica minera en aquellas zonas sustanciales del país que ya han sido expoliadas.

La política y los trópicos

Tal como han puesto de manifiesto, la batalla entre la AMAX y Crested Butte o las más generales acerca de la preservación de las zonas de vida salvaje en Estados Unidos, los norteamericanos empiezan a preocuparse por la conservación de las áreas naturales y los recursos biológicos. En Europa no existe un gran número de áreas de vida salvaje, pero sus habitantes han llevado a cabo acciones políticas para salvar algunas especies o poblaciones individuales, así como para detener la destrucción de los hábitats en sus países.

¿Si son felices en sus propios países, que habrían de ganar con la prosecución de la devastación de las biotas tropicales? La pérdida de las biotas tropicales empequeñecería las pérdidas acaecidas, o que probablemente acaecerán, en las zonas templadas. El problema político que representa poner coto a las actividades destructivas dentro de las fronteras de Estados Unidos es nimio si se compara con el hecho de tratar de persuadir a millones de aldeanos —para quienes es una cuestión de vida o muerte— que no deben talar más parcelas de pluvisilva para emplazar nuevos cultivos, aun en el caso de que tales cultivos decaigan en la plazo de una década.

En algunos países, en vías de desarrollo, existen pequeños movimientos conservacionistas, pero por el momento su capacidad para detener la embestida de extinciones es casi inexistente. Las presiones, procedentes del crecimiento demográfico y del desarrollo económico, que alimentan la destrucción actual son abrumadoras y seguirán siéndolo hasta que se produzcan cambios fundamentales en la actitud de las personas que los países ricos y de los países pobres, pero particularmente en las de los países ricos. Para que se produzca el más pequeño cambio que aligere las presiones que actúan sobre las biotas tropicales deben producirse cambios fundamentales en el sistema comercial mundial y en las relaciones básicas entre países pobres y países ricos. El pobre debe intentar llevar a cabo un comercio que no requiera la explotación inmediata de los recursos que tiene más a mano, cerrando los ojos a las consecuencias a largo plazo, que, ahora, y el mejor de los casos, sólo se perciben de forma muy borrosa.

Tal como Peter Raven comentaba,[360] los efectos del estallido ecológico que seguirían a la destrucción final de la diversidad biológica de los trópicos engolfarían casi con toda certeza a los ciudadanos de las naciones más desarrolladas.

Se volverá a tratar este tema en el último capítulo de este libro. La política de los gobiernos de las naciones desarrolladas

[360] Carta del 6 de julio de 1980.

y la de las corporaciones multinacionales hacia los países tropicales debe ser más próxima a los asuntos de los conservacionistas de lo que lo han sido sus políticas frente al pez babosa o el esturión del mar Caspio.

La política de las extinciones es, casi literalmente, una lucha a vida o muerte de la que sólo ha sido posible tratar algunos casos. Esta política se extiende a todos los niveles, desde la granja y la aldea hasta la decisiones que en materia de desarrollo se toman a nivel nacional, y que, en un futuro, serán, cada vez más, cuestión de acuerdo internacional. El asalto a la naturaleza por el *Homo sapiens,* es masivo y continúa aumentando, inspirado principalmente por el beneficio a corto plazo y caracterizado por su ceguera sobre las consecuencias a largo plazo. Hasta ahora, los conservacionistas, personas que se preocupan por la conservación de la vida salvaje y que comprenden su importancia vital, han constituido una relativamente indefensa minoría que ha obtenido en el combate resultados generalmente adversos, aunque ha logrado la promulgación de leyes y la firma de acuerdos internacionales que ayudarán a proteger algunas especies de la extinción. Al menos, en algunas zonas han conseguido, retardar la marcha letal de la destrucción de hábitats. Si se continúa insistiendo en la aplicación de tales leyes y acuerdos, si otras personas se adhieren a la defensa del objetivo de preservar los sistemas naturales, si el movimiento conservacionista ensancha sus horizontes y engloba cuestiones como las relaciones entre los países ricos y los países pobres, que son vitales para la conservación de las grandes reservas tropicales de diversidad y si se intenta inspirar en otras personas, el respeto y el estudio del mundo natural, entonces quizás exista alguna posibilidad de salvar y de salvarnos incluso a nosotros mismos.

9. ZOOS, RESERVAS Y PRESERVACIÓN: LA TÁCTICA DE LA CONSERVACIÓN

La conservación es entendida, a veces, como un sistema de congelación total, como si se diera preferencia a la chillona grulla antes que a la gente. Es tarea de la ciencia extender el convencimiento de que la elección no está entre los lugares salvajes y el hombre sino entre una existencia humana rica o empobrecida.

THOMAS E. LOVEJOY
Foreword to M. Soulé and B. Wilcox,
Conservaron Biology, 1980

Antes de que sea posible diseñar una estrategia política para conservar la diversidad orgánica debe lograrse un acuerdo sobre los objetivos tácticos. Frente a la multiplicidad de amenazas que ponen en peligro la diversidad de las biotas terrestres, ¿cuál sería un programa razonable de actuación?, ¿en qué sentido político deben trabajar los conservacionistas? Lo principal sería emprender acciones que permitieran preservar toda la diversidad posible en zoos, jardines botánicos, arboretums, parques nacionales y reservas supervisadas por el hombre. Es cierto que la preservación bajo una supervisión intensiva forma parte de la solución global, aunque muchos problemas garantizan que la supervivencia cuidadosamente gobernada puede ser sólo una parte de la solución, y quizás una parte no significativa. Las reservas de especies a gran escala, así como el cambio *de* actitud humana fuera de las reservas parecen ser las principales esperanzas para prevenir el catastrófico aumento de las extinciones.

CRÍA EN CAUTIVIDAD

Los zoos existen desde hace mucho tiempo en una forma u otra. Tanto los antiguos egipcios com o los chinos tenían casas de fieras, concretamente, el primer zoo es atribuido a Wen, el primer emperador de la dinastía Chou, quien hace más de tres mil años estableció un «Jardín de la Armonía» en el que se exhibían animales procedentes de las distintas partes del Imperio con fines educativos. Por su parte, también los Griegos y los Romanos tenían zoos en los que se acapararon animales exóticos a una escala jamás igualada, algunos de los cuales eran destinados a la exhibición. No obstante, la mayoría de estos animales estaban destinados a la destrucción como parte integrante de los «juegos» romanos, en los que los animales eran cazados en la arena, forzados a pelear unos con otros, o sometidos a ayuno y luego arrojados sobre criminales o miembros de religiones ilegales. Entre los animales así utilizados se encontraban leones, tigres, leopardos, rinocerontes, elefantes, hipopótamos y cocodrilos. Nerón, por su parte, fue capaz de ofrecer un espectáculo de focas cazadas por osos polares. La magnitud de estas carnicerías puede ser juzgada por el hecho de que para festejar la conquista de la Dacia[361] por parte de Trajano, se sacrificaron unas 11.000 fieras.

Las casas de fieras de los reyes y otros nobles de la Edad Media se metamorfosearon en zoos de tipo más o menos moderno a principios del siglo XIX. Así por ejemplo la Royal Zoological Society se encargó de los animales de la British Royal Menagerie en 1829 estableciendo el famoso Zoo de Londres en Regent's Park. En la actualidad existen centenares de zoológicos diseminados por todo el mundo.

---

[361] J. D. Hughes, *Ecology in Ancient Civilizations,* University of New México Press, Albuquerque, 1975.

Cría en cautividad y reservas

Hace miles de años un ciervo muy poco común con un pelaje entre pardo rojizo y gris era un habitante frecuente de los pantanos de las llanuras del nordeste de la China. En aquella antigua civilización la destrucción de hábitats se inició antes de los tiempos de Jesucristo, y durante la dinastía Shang (entre 1766 y 1122 a.C.) los pantanos donde vivía aquel venado fueron drenados para someter a cultivo las llanuras de Chihli, con lo cual el ciervo dejó de existir.

En 1865 el conocido naturalista y misionero francés, el abate Armand David, atisbando por encima de la puerta que cerraba el bien guardado Parque Imperial de Caza, el sur de Pekín, pudo ver un ciervo extraño, desconocido para la ciencia, con un abdomen extrañamente prominente, una cola más larga que la de otros cérvidos y el carácter diferencial de poseer la bifurcación de los ápices posteriores de sus astas. Se trataba de la especie que antiguamente residía en las llanuras de Chihli y que había sobrevivido durante unos tres milenios en cautividad dentro de la reserva.

Al año siguiente, Armand David consiguió mandar un par de pieles de estos animales a París, donde se les impuso el nombre de *Elaphurus davidianus* o ciervo del padre David. Más de un siglo después de que el gran biólogo sueco Linné estableciera el sistema clásico de otorgar nombres latinizados de dos términos a los organismos, una nueva especie era «descubierta» en cautividad.

Poco después de este hecho, unos pocos milús o ciervos del padre David llegaron a Occidente, donde se reprodujeron con éxito y fueron distribuidos en diversos zoológicos, lo cual preservó a esta especie, ya que el río Hun Ho se desbordó en 1894 y sus aguas derribaron parte de la muralla de cuarenta y cinco millas de longitud que cerraba el Parque Imperial de Caza. Buena parte de los ciervos que escaparon y fueron muertos y comidos por los hambrientos campesinos, mientras que la mayoría de los sobrevivientes fueron exterminados durante la re-

belión Boxer de 1900, cuando las tropas extranjeras que asolaron el parque mataron el resto del rebaño y vendieron sus carnes. Los pocos ciervos sobrevivientes fueron preservados en Pekín, pero en 1921 todos habían muerto. El ciervo del padre David se había extinguido en su país pero unos cuantos sobrevivían en zoos.

Tras conocer las malas noticias que venían de China, el duque de Bedford decidió por su parte, en 1900, reunir cuantos ciervos pudiera en su hacienda de Woburn, al sur de Inglaterra. Entre 1900 y 1901 logró reunir dieciséis individuos, mientras que para 1922 su rebaño se había visto aumentado hasta sesenta y cuatro ejemplares.

El hato continuó creciendo y ejemplares procedentes del mismo fueron los fundadores de otros hatos en zoológicos de diversos países. En 1964 el Zoo de Londres reenvió cuatro de estos animales a China, en donde se convirtieron en residentes del Zoo de Pekín después de casi cincuenta años de ausencia. El milú o ciervo del padre David es un testimonio de la capacidad de las poblaciones cautivas para servir, en palabras de William Conway, de la New York Zoological Society, «como los últimos reductos de aquellas especies que no tienen la oportunidad inmediata de sobrevivir en la naturaleza».[362]

Otra destacada especie que en la actualidad puede que sólo sobreviva en cautividad es el caballo de Przewalski, el último superviviente de las especies de caballos salvajes.[363] *Equus przewalskii* tiene el pelaje claro, la cabeza grande, las crines

---

[362] La historia del milú está basada, principalmente, en la narración de James Fisher y al.: *Wildlife in Danger,* Viking, Nueva York, 1969. Véase también el volumen editado por M. G. Soulé y B. A. Wilcox, *Conservation Biology: An Evolutionary-Ecological Perspective,* Sinauer Associates. Sunderland, Mass., 1980, de donde procede la cita de Conway. Este libro representa el mejor y más profundo tratamiento técnico del asunto.

[363] A menos, por supuesto, que se defina «caballo» de forma muy amplia lo que permitiría incluir todos los miembros del género *Equus,* entre los cuales están las cebras y los asnos.

hirsutas y erizadas, *una* larga cola y nada de melena. Hace mucho tiempo fue ampliamente distribuido por Asia Central, pero este caballo salvaje empezó a declinar como consecuencia de la competencia con los animales domésticos y la presión cinegética una vez que los cazadores mongoles y chinos dispusieron de armas de fuego. Además, también se llevaron a cabo una gran cantidad de cruzamientos con los póneys mongoles, lo cual diluyó las características de la especie. Es posible que unos pocos sobrevivientes del caballo de Przewalski se mantengan todavía en las inhóspitas fortalezas del sudoeste, en la zona fronteriza con Mongolia.[364] Lo que sí es cierto, de todos modos, es que la especie se reproduce bien en cautividad. En 1971 existían 182 individuos repartidos entre 42 zoológicos, casi todos nacidos en cautividad, lo que suponía un 50% de aumento desde 1964, año en que sólo 24 zoológicos disponían de ejemplares de esta especie.[365]

En 1973 el número de individuos en cautividad se elevó hasta los 206 y se pensó en la posibilidad de devolver algunos de ellos a la vida salvaje. El rebaño donante debía provenir del zoológico de Praga, el mayor y más antiguo y que posee la cota más alta de reproducción en cautividad. Dicho rebaño que se encuentra únicamente entre la quinta y la octava generación criada en cautividad manifiesta ya algunos cambios significativos en cuanto a sus caracteres físicos y reproductivos se refiere en su nuevo ambiente proporcionado por el zoológico. Una característica especialmente engorrosa, desde la perspectiva de su eventual liberación, es que los potros nacen actualmente fuera del período estrictamente delimitado de crianza que tiene lugar en las formas salvajes. De modo que los potros

[364] Fisher, óp. cit., págs. 101-102.

[365] J. Perry y al., «Captive propagation: A progress report», págs. 361-372, en R. D. Martin, ed., *Breeding Endangered Species in Captivity,* Academic Press, Nueva York, 1975.

nacidos fuera de época pueden no tener demasiadas probabilidades de sobrevivir en la naturaleza.[366] El problema de los cambios evolutivos en cautividad, que se tratará más adelante, constituye una de las principales razones por las que se mantiene un entusiasmo limitado para la cría en zoológicos como herramienta conservacionista básica.

Un animal grande que se había extinguido en la naturaleza está actualmente siendo devuelto a la misma a partir de los rebaños criados en los zoológicos. Se trata del oryx de Arabia, un pequeño, y casi enteramente blanco, antílope provisto de largos y casi rectos cuernos, conocido desde los tiempos bíblicos. El Deuteronomio lo describe del siguiente modo:[367] «Es cual la del toro primerizo su gallardía, y como los del unicornio son sus cuernos».

Desde entonces el oryx habitaba en buena parte del próximo oriente, pero hacia mediados del siglo pasado sus poblaciones empezaron a desaparecer de la parte norte de su área de distribución, que por entonces se vio limitada a zonas más secas e inadecuadas. La Primera Guerra Mundial no le hizo ningún bien, destruyó su territorio con fines bélicos, con lo cual las armas modernas llegaron hasta los pobladores de la zona.

Al igual que sucede con los rinocerontes, el oryx de Arabia mantiene ciertas supersticiones locales. Algunas tribus de Arabia creen que comer carne de oryx ayuda a extraer las balas de las heridas, y matar un ejemplar fue considerado un signo de virilidad debido a su resistencia y a su fortaleza. Esto no suponía un gran peligro cuando la caza se practicaba con lanzas disparadas desde un camello o a lomos de un caballo, pero las armas automáticas manejadas desde un automóvil son diferentes. A principios de los años cincuenta fueron utilizados hasta 300 vehículos en una única *razzia* cinegética. Las últimas huellas

---

[366] J. Volf, «Breeding of Przewalski Wild Horses», págs. 263-270 en R. D. Martin, óp. cit..

[367] 33:17

del oryx, de las que existe constancia, fueron halladas en el desierto de Nafud, al norte de la Arabia Saudí, en 1954 y parece ser que los últimos supervivientes del área meridional de su área de distribución, confinados en Ornan, han sido exterminados a principios de la década de los setenta.

No obstante, en 1979 había sesenta y cuatro individuos de oryx de Arabia en tres instituciones americanas, un «rebaño mundial» establecido en el zoológico de Phoenix, otro en el zoológico de San Diego y otro en el Zoo de Los Angeles, mientras que, aproximadamente, otros treinta y cinco ejemplares se encontraban en zoológicos o colecciones privadas del Oriente Medio.[368] La cría en cautividad se ha llevado a cabo con el suficiente éxito para permitir que, en 1978, cuatro animales fueran devueltos a una reserva en Jordania, a los que se añadieron otros cuatro animales más en 1979, mientras que se planeaba, para 1980, devolver asimismo un pequeño rebaño a Omán.

En Omán se han establecido programas educativos dirigidos a las tribus de la zona, mientras se persigue, mediante vigilancia, la caza furtiva. Un signo esperanzador es que el espíritu conservacionista parece ganar terreno. Cuando se encontró una población de unos veinte individuos de tahr de Arabia, un animal amenazado de extinción, las tribus beduinas se sintieron responsables de su protección, ya que aquellas mismas gentes eran las responsables de la extinción de las poblaciones del tahr de Arabia. En la actualidad, los miembros de dicha tribu reciben un salario regular para proteger a aquellos animales, mientras que los beduinos están siendo reclutados con el mismo fin. En la medida en que la zona disponga de un gobierno estable y una relativa prosperidad las perspectivas para el oryx, igual que para el tahr de Arabia, parecen buenas.[369]

---

[368] Las cifras de animales en cautividad y toda la historia del oryx procede de J. M. Dolan, «The Arabian Oryx: Its destruction, captive history, and propagation», *International Zoo Yearbook*, 16:230-239, 1976.

[369] La información sobre la reintroducción del oryx y el status del tahr procede de Ray Vicker, «The sultán and the oryx», *International Wildlife*, mayo-junio, 1980; las noticias sobre el reclutamiento de los beduinos para el programa de

Sin embargo, no todas las historias de propagación de mamíferos en cautividad han tenido un final tan feliz. Muy a menudo los intentos de cría y mantenimiento en cautividad de pequeñas poblaciones en los zoológicos han fracasado. Después de reiterados fracasos en sus intentos de aparecer sus dos pandas gigantes, los responsables del Washington National Zoo recurrieron, en 1980, a la inseminación artificial. Mientras tanto, la pequeña población salvaje remanente se veía diezmada en China, por los terremotos y el deterioro de su hábitat.[370] Los esfuerzos realizados en Sudamérica, por otra parte, para mantener en cautividad rebaños de vicuñas, camélidos productores de fina lana que viven en altitudes elevadas en los Andes, no han obtenido ningún éxito. Se trata de una especie en peligro, que actualmente ha sido establecida en nuevas reservas, pero que, sin embargo, prospera mucho mejor en la naturaleza que en cautividad, donde las muertes tienden a superar los nacimientos. Un experto comentaba que «el futuro de la vicuña salvaje pinta mejor que el de los especímenes cautivos... El problema que se debe resolver ahora, es el de salvar a la vicuña en cautividad.[371] Es posible que el problema de la cría en cautividad nunca se resuelva, pero en este sentido la vicuña se beneficia de la existencia del sistema de reservas.

Las desventajas fundamentales que presenta la dependencia de los zoológicos como reservas de diversidad orgánica son su limitada capacidad y su necesidad de disponer del máximo número posible de animales distintos para colmar su función pública educativa.[372] Una muestra tomada al azar de diez grandes zoos mostraba que el promedio de especies de mamíferos estaba representado por sólo de tres a cinco individuos, algunos

---

vigilancia del oryx proceden del *IUCN Bulletin*, abril, 1980.

[370] «Pandaring», *Time*, 2 de junio de 1980.

[371] C.R. Schmidt, «Captive breeding of the Vicuña», en Martin, óp. cit. página 283.

[372] Véase, por ejemplo, J. Perry y P. B. Kibber, «The capacity of American zoos», *International Zoo Yearbook* 14:240-247, 1974.

de los cuales eran viejos, jóvenes o no reproductores por diversos motivos. Para asegurar razonablemente la supervivencia de una especie en cautividad, los genetistas han establecido diversos criterios que deben producirse a la vez; una población cautiva de un centenar o más de individuos, la mitad de los cuales, por lo menos, han nacido en cautividad. En 1971 se estimó que únicamente ocho especies de mamíferos cumplían esta condición. Se trataba del tigre de Siberia, el caballo de Przewalski, el onagro (asno asiático salvaje), el sika de Formosa (un pequeño ciervo), el ciervo del padre David, el bisonte europeo, el oryx de cuernos de cimitarra (una especie del margen norteafricano del desierto, de cuernos curvos), y el addax (otro antílope norteafricano de cuernos sinuosos).[373] A esta lista puede añadirse el lémur mangosta, un primate arbóreo de Madagascar y otras islas del Índico y, por supuesto, el oryx de Arabia. Se ha estimado, por otra parte, que en la actualidad los zoos de Estados Unidos pueden mantener, con éxito, un máximo de quizás un centenar de especies de mamíferos (de entre un conjunto de más de cuatro mil existentes en todo el mundo), cada una de las cuales con una población de alrededor de ciento cincuenta individuos, ya que se debe evitar la extinción por accidente y la pérdida de variabilidad genética.

Esto último es un problema constante que se plantea en el mantenimiento en cautividad de grupos de organismos que se reproducen sexualmente. El mantenimiento de su diversidad genética es esencial, ya que a largo plazo les permitirá evolucionar en respuesta a condiciones cambiantes en cautividad o en la naturaleza si dichos ejemplares son utilizados para reiniciar poblamientos y, a corto plazo, podrán evitar los efectos deletéreos de la consanguinidad.

La experiencia acumulada ha demostrado a los criadores de animales y a los seleccionadores vegetales que, en aquellos organismos que se reproducen sexualmente, el vigor y la fecundidad tienden a declinar como consecuencia de la aparición al

[373] P. Perry et. al., «Captive Propagation», óp. cit.

azar de cambios genéticos y de la pérdida de variabilidad genética.[374] Esta pérdida de variabilidad genética se produce no sólo como consecuencia de pérdidas accidentales, sino también como consecuencia de la consanguinidad —apareamiento entre parientes— inevitable en las poblaciones pequeñas. El debilitamiento y los problemas reproductivos en los animales están causados por cambios acaecidos en su constitución genética asociada al cambio en la constitución genética del conjunto de la población. Los detalles resultan bastante técnicos, pero no así los resultados. Las poblaciones pequeñas tienden a poseer un juego reducido de genes, entre los cuales, figuran a menudo, muchos «incorrectos» lo cual puede, en consecuencia, conducir a la extinción.

El proceso que permite el cálculo del tamaño requerido de una población para que pueda evitarse la «depresión por consanguinidad» es, también muy técnico.[375] En condiciones ideales quizá resultaran suficientes cincuenta animales, aunque el centenar y medio anteriormente citado quizá resulte una estima más realista. En este sentido, es interesante saber que los intentos para criar el turón patinegro se vieron bloqueados como consecuencia de que los individuos capturados en la naturaleza ya presentaban síntomas de consanguinidad, ya que aparentemente algunos de los tamaños de sus poblaciones eran demasiado pequeños. Este problema, por ejemplo, puede precipitar el destino de la única comadreja nativa del Nuevo Mundo.[376]

---

[374] Los cambios aleatorios de las frecuencias genéticas ocurren en todas las poblaciones porque los genes de cada generación no son otra cosa que una muestra de aquellos presentes en la generación anterior y los errores de muestreo constituyen un efecto inevitable en este tipo de proceso. Técnicamente, los cambios aleatorios reciben el nombre de deriva genética. Los errores de muestreo, su relación con el tamaño de la población y el papel de la deriva genética en la evolución son temas tratados, de forma relativamente simple, en P. Ehrlich, R. Holm y D. Parnell, *The Process of Evolution.* McGraw-Hill, Nueva York, 1974, págs. 97-102.

[375] Véase los capítulos de I. Franklin, M. Soulé. W. Conway, y J. Senner en M. Soulé y B. Wilcox, óp. cit.

[376] C. Hillman y J. Carpenter. «Masked mustelid», *Nature Conservartey News,*

La cuestión del mantenimiento de la variabilidad genética para una evolución posterior implica una decisión en torno a los objetivos. ¿El objetivo es mantener organismos cautivos tan similares como sea posible a los de las poblaciones salvajes de los que originariamente proceden? ¿o se trata más bien, y simplemente, de mantener la estirpe en cautividad? Como ha señalado el genetista Ian Franklin, «¿Se trata de conservar el elefante o de asegurar la supervivencia de sus descendientes elefantes?».[377] Es necesario tener en cuenta en este sentido, que el caballo de Przewalski ha evolucionado en muy pocas generaciones, adoptando algunas características bastante distintas de las de las poblaciones originales. Resulta mucho más sencillo dejar que las poblaciones cautivas evolucionen hacia líneas adaptadas a las condiciones de confinamiento, que mantener su parecido con las especies salvajes originales.

Cría en cautividad fuera de los zoológicos

El ganso hawaiano, el Nené o ave oficial de Hawái solía abundar en la isla mayor y en Maui, donde habitaba en las elevadas laderas, de los volcanes Mauna Loa, Mauna, Kea, Hualalai y Haleakala. Como es típico entre las aves insulares, su mansedumbre fue la causa de su extinción cuando se introdujeron las armas de fuego en la caza. La época de caza, reservada de acuerdo con los estándares propios de las zonas templadas, para el otoño e invierno, coincidía justamente con la época de cría de los ánsares tropicales. Miles de ejemplares fueron, en otro tiempo, abatidos y salados para servir de provisión a los buques balleneros y parte de su zona de cría fue invadida por campos de caña de azúcar y pastos para el ganado, mientras que, por otro lado, la introducción de mangostas, cerdos, gatos y perros puso en peligro los nidos más apartados.

---

marzo-abril, 1980.

[377] «Evolutionary change in small populations». págs. 135-149 en Soulé y Wilcox, óp. cit., cita de la pág. 136.

Por todas aquellas razones, una población estimada en alrededor de veinticinco mil ejemplares en el siglo XVIII se vio reducida, en 1942, a sólo treinta y cinco individuos salvajes. Mucho antes, sin embargo, ya había sido expresada la preocupación por la supervivencia del nené, poniendo fin a la caza del mismo en 1911. Un propietario rural de Hawái, Herman Shipman mantuvo una pequeña bandada cautiva, que había iniciado con dos ejemplares, en 1918, cuando se percató de la amenaza que se ceñía sobre la especie. En 1946 tenía ya 42 ejemplares, pero aquel mismo año una ola de marea que alcanzó su hacienda cerca de la costa mató a todos los animales excepto a once. Shipman se llevó a los supervivientes a una zona más elevada y hacia 1950 pudo enviar a Inglaterra algunas aves para llevar a cabo los programas de cría en cautividad del Hawaiian Board of Agriculture and Forestry y del Wildfowl Trust en un programa sostenido por el conservacionista sir Peter Scott.[378]

A despecho de los problemas iniciales de los programas de cría, en 1955 las aves mantenidas en cautividad superaban probablemente a las que, se encontraban en libertad en Hawái. En 1960 se soltaron veinte aves procedentes de la colección criada en cautividad en Hawái para que se añadieran a los aproximadamente cincuenta gansos nenes que todavía vivían en libertad en la isla. Posteriormente, en 1962, las laderas del Haleakala, en la isla de Maui, fueron repobladas con treinta aves criadas en Inglaterra. En ambos casos se utilizó un gallinero a cielo abierto y a prueba de predadores de alrededor de un acre de extensión para alojar a las aves, a las que se había desprovisto de sus rémiges primarias (para evitar que escaparan volando) para lograr que se acostumbraran al alimento y condiciones naturales. A medida que recuperaban la capacidad para volar, las aves fueron abandonando gradualmente el corral, aunque dos

[378] A. Berger. «Reintroduction of Hawaiian Geese», en S. Temple ed... *Endangered Birds: Management Techniques for Preserving Threatened Species.* University of Wisconsin Press, Madison 1978, págs. 339-344.

de los nenés de Maui fueron muertas por una mangosta que logró introducirse en el cercado.[379]

Las primeras sueltas, especialmente en Maui, no fueron tan exitosas como se esperaba aunque algunas de las aves parece ser que criaron en cautividad. Subsiguientemente se utilizó una técnica nueva y más eficaz, para lo cual se valló una gran extensión (un «Nené Park») que fue poblado con ánsares desprovistos, definitivamente, de la capacidad de volar). La descendencia de estas aves ya no había tenido contacto extensivo con los seres humanos y eran capaces, asimismo, de abandonar volando el cercado. Dicha generación pareció desenvolverse bien en la naturaleza. A finales de los años setenta sobrevivían más de un millar de aves, de los cuales alrededor de seiscientos se encontraban en la naturaleza. El caso del ganso nene puede que constituya un gran éxito conservacionista al permitir que una especie sobreviva gracias al mismo aporte de crías en cautividad.[380] Sin embargo, no parece que se hayan llevado a cabo estudios adecuados para evaluar el éxito reproductor en la naturaleza o para determinar si las poblaciones que viven en libertad pueden mantenerse por sí mismas, o incluso aumentar, sin una constante suelta de aves adicionales criadas en gallineros.[381] Es posible, por ejemplo, que deban realizarse estudios (caros, difíciles y peligrosos) de control de predadores para asegurar la supervivencia del ganso nené.

En los anales de las especies amenazadas de extinción ninguna otra ave ha tenido más publicidad que la grulla cantora americana. Ya en 1937 fue establecido en Texas, lugar donde invernaba este animal, el Aransas National Wildlife Refuge, para proteger especialmente a los últimos supervivientes de la más talluda de las aves norteamericanas. La grulla americana

---

[379] J. Kear, «Returning the Hawaiian Goose to the wild», en Martin, óp. cit., págs. 115-123.

[380] Tim Halliday, *Vanishing Birds: Their Natural History and Conservation*, Holt, Rinehart and Winston, Nueva York, 1975, págs. 184-186.

[381] A. Berger. óp. cit.

pasa el verano en sus áreas de cría en el Canadá subártico. En la época en que fue establecida la reserva de Aransas algunas grullas también invernaban en Louisiana, habiéndose estimado la población total en veintinueve individuos. Las aves de Louisiana murieron y en 1942 la población de Aransas sumaba veintiocho individuos, mientras que para 1967 la población había crecido lentamente hasta llegar a 38 individuos adultos y cinco polluelos. El éxito reproductor era descorazonadoramente lento, ya que a pesar de que de ordinario dichas aves ponen dos huevos, raramente es criado con éxito más de un polluelo.[382]

Debido a la baja tasa de reproducción de la grulla cantora americana, hacia finales de los cincuenta se puso en práctica una controvertida idea consistente en extraer huevos «de reserva» de los nidos silvestres y empollarlos en cautividad. Un programa práctico de estas características se puso en marcha en 1961 con la grulla canadiense, mientras que en 1967 se empezó a trabajar asimismo en la grulla cantora americana. De cada nido con dos huevos se extrajo uno, en cada caso, que se entregaba al Patuxent Wildlife Research Center, en Maryland, para iniciar con ellos una grey cautiva. Los investigadores han tenido éxito en la cría de las grullas, pero no en conseguir que se apareen espontáneamente, problema que ha sido soslayado mediante la inseminación artificial y, en 1977, cinco de once parejas en cautividad produjeron veintitrés huevos. En el mismo año, diecisiete parejas pusieron treinta y cuatro huevos en la naturaleza.

Uno de los experimentos aún no comprobado era colocar algunos huevos de grulla americana en nidos de grulla canadiense en Idaho, para lograr un determinado tipo de cría cruzada. Se han obtenido algunos resultados esperanzadores con la suelta de grullas canadienses juveniles que habían sido cria-

---

[382] J. Fisher et al., *Wildlife in Danger*, Viking, Nueva York. 1969, páginas 223-225.

das en corrales, mientras que el grupo Patuxent intenta contrastar de forma generalizada su técnica de suelta. No obstante, y a pesar del esfuerzo realizado, las posibilidades de supervivencia a largo plazo de la grulla cantora americana, especialmente en la naturaleza, siguen siendo inciertas.[383]

Otro famoso programa de cría en cautividad ha sido el del ornitólogo Tom Cade de la Cornell University, que intentaba poner fin al declive del halcón común. Estos elegantes depredadores que se alimentan en la cúspide de las cadenas tróficas se vieron amenazados por la acumulación de hidrocarburos clorados, como el DDT por ejemplo, en sus tejidos. A consecuencia de ello, la reproducción en la naturaleza se vio drásticamente reducida con el consiguiente peligro para la especie. Toda la población que habitaba al este de Estados Unidos desapareció, por completo, en la década de los sesenta. Cade y sus colegas persistieron frente a grandes dificultades. Aunque el programa se inició en 1970 los resultados no se obtuvieron hasta tres años más tarde cuando se logró incubar veinte huevos y así iniciar la cría en cautividad. En 1980 se han realizado satisfactoriamente centenares de incubaciones, mientras que más de doscientas aves criadas en corrales han sido soltadas en quince lugares distintos del este de Estados Unidos, aunque sólo alrededor de un 10% ha sobrevivido hasta la edad reproductora. En 1979 fueron incubados en la naturaleza los primeros cuatro polluelos procedentes de padres criados en cautividad. No obstante, el programa de reintroducción del halcón común es aún incierto.[384]

Los intentos para salvar especies por medio de la cría en cautividad pueden resultar controvertidos. Los defensores del cóndor de California *(Gymnogyps californianus)* no se ponen

---

[383] C. Kepler, «Captive propagation of Whooping Cranes: A behavior approach» en S. Temple, óp. cit., págs. 231-241.

[384] S. Campbell, «Its reintroduction a realistic goal?» en Soulé and Wilcox, óp. cit., págs. 263-269; T. Scherman, «Day of the falcon», *New York Times Magazine*. 22 de junio de 1980.

de acuerdo acerca de la mejor manera de salvar a este gran carroñero que puede alcanzar una envergadura de ala de tres metros y superar los nueve kilos de peso. En tiempos prehistóricos este enorme buitre se extendía desde Florida a Texas, el nordeste de México, Arizona y la baja California por el sur y, por el norte, desde más allá de las montañas Rocosas a la Columbia. En la época en que los europeos empezaron a ocupar el continente, el cóndor ya se había retirado al oeste de las montañas Rocosas, dejando como vestigio sólo sus huesos en Florida. Al empezar el presente siglo dicha ave se había extinguido ya en México y en Canadá y su área de cría en Estados Unidos se limitaba, únicamente, a California. En 1943 los distinguidos ornitólogos californianos Joseph Grinnell y Alden Miller observaron que el ave sólo criaba en una pequeña área montañosa detrás de Santa Bárbara en la Cadena Litoral, en el Central Valley (en la meridional Sierra Nevada) y en las cadenas transversales que conectan ambas. La pérdida de hábitats, la escasez de alimentos, la caza, el envenenamiento, la recolección de sus huevos, la contaminación ambiental y el hostigamiento general se habían cobrado su precio. La población total de la época fue calculada con precisión por Carl B. Koford en unos sesenta ejemplares, de los cuales sólo cinco parejas de adultos nidificaron.[385]

Hacia mediados de los años sesenta el número de estas aves descendió hasta cincuenta ejemplares. Fue sin duda un día señalado para los biólogos de la San Francisco Bay Area aquel en que apareció un cóndor juvenil volando majestuosamente sobre el campus de la Stanford University, que se posó eventualmente cerca de Jasper Ridge Preserve. En 1980 el número de cóndores ha descendido aún más hasta los veinte o treinta ejemplares.

El destino está claramente en contra de la supervivencia de este gigante, reliquia de la época en que los humanos invadie-

[385] Fisher et al., óp. cit.

ron América. Un distinguido grupo de nueve ornitólogos recomendó la aplicación de un programa «de manos de la obra» de preservación de los cóndores, ya que se manifestaban incrédulos antes sus posibilidades de supervivencia en libertad como consecuencia de las bajas continuamente infringidas por cazadores irresponsables y temerosos de que, al igual que sucede con los halcones, el envenenamiento fuera la causa del fracaso de la procreación del cóndor. El informe del grupo de ornitólogos, establecido conjuntamente por la National Audubon Society y la American Ornithologists Union propone la puesta en práctica de un plan por partes del Fish and Wildlife Service de Estados Unidos. Se trataría de intentar atrapar el mayor número posible de los ejemplares que todavía subsisten y retenerlos lo suficiente como para implantarles un pequeño radio-transmisor accionado por medio de una batería solar, determinar su sexo mediante una operación quirúrgica menor y tomarles muestras de sangre. Todo ello permitiría obtener datos sumamente importantes acerca de la biología de los cóndores.

Nueve de las aves así capturadas serían retenidas para iniciar una grey cautiva según un programa de cría. Aunque el cóndor de California nunca ha sido criado en cautividad, la información disponible sobre otras especies próximas, convenció al grupo de ornitólogos de que se trataría de una operación accesible. Probablemente dichas aves podrían ser inducidas en cautividad a poner un huevo, o más, al año, en lugar de uno cada dos años como de hecho sucede en la naturaleza. Además, en cautividad podrían ser alimentados con alimentos libres de pesticidas, lo que incrementaría el porcentaje de incubaciones. Después de un plazo de unos treinta o cuarenta años, el plan prevé la suelta de las aves criadas en cautividad en hábitats adecuados para el cóndor, completando así la misión de salvar la especie.

Se trata de un plan, basado en las mejores técnicas que la moderna tecnología puede ofrecer. ¿Por qué entonces nosotros y otros biólogos conservacionistas nos hemos opuesto a él? No obstante, una de las razones que determinados grupos arguyen

en contra es el temor de que el nivel de hostigamiento de los cóndores supervivientes que el plan presupone pueda servir para acelerar su extinción. Las operaciones de trampeo, las prácticas quirúrgicas y la implantación de los emisores suponen un considerable riesgo de daños así como de modificaciones del comportamiento de los animales.

Dichos riesgos fueron puestos de relieve en junio de 1980 cuando, por la torpeza de dos biólogos, uno del Fish and Wildlife Service y otro de la Audubon Society que estaban rodando un film sobre el cóndor y, violando posiblemente los límites del permiso del que disponían, enviaron un alpinista, desconocedor de la biología, a averiguar el peso de un polluelo de cóndor de unos cinco kilos. La impericia del alpinista llevó a la muerte al polluelo, lo que supuso una gran tragedia para la población del cóndor que tiene una tasa de reproducción baja, y que desde 1965 sólo ha logrado reproducirse con un polluelo al año.[386]

Más allá del peligro que entraña la manipulación se encuentra el riesgo de que en el transcurso de la cría en cautividad los cóndores pierden las cualidades que les permiten sobrevivir en la naturaleza. Efectivamente, las aves jóvenes dependen de los adultos durante dos años y de ellos deben aprender los trucos característicos de la especie, como, por ejemplo sacar el máximo provecho de las corrientes de aire o competir con las águilas reales. El hecho de que estas habilidades puedan preservarse, en un corral, no está claro, aunque un trabajo paralelo emprendido recientemente con el cóndor de los Andes, puede proporcionar informaciones muy valiosas al respecto. No obstante, la experiencia obtenida, en este último caso, en la reintroducción de especímenes en la naturaleza no debería marcar una pauta que puede no resultar beneficiosa en otros casos. El

[386] La historia de la muerte del polluelo fue una comunicación personal de David Brower, presidente de Friends of the Earth. El evento fue descrito, asimismo, en la sección de ciencia del *New York Times* del 15 de julio de 1980.

grupo de ornitólogos obviamente aprobó su plan no porque tuvieran la seguridad de que iba a resultar un éxito sino porque estaban seguros que la alternativa al mismo era la extinción.

El Sierra Club's California Condor Advisory Committee, presidido por David Clark, director del Point Reyes Bird Observatory, recomendó en 1979 un enfoque más conservador que implicaba la experimentación con buitres comunes durante un período de tres o cuatro años antes de tomar una decisión sobre la práctica a seguir con el cóndor. Antes de morir, Cari Koford esbozó un plan naturalista en base a la recuperación del cóndor. En dicho plan se sustituiría el enfoque tecnológico elaborado por el grupo de los nueve ornitólogos por observaciones intensas y precisas. En lugar de la cría en cautividad, Koford recomendaba una serie de medidas que permitieran mejorar las condiciones ambientales del cóndor, asegurando la disponibilidad de alimento en todas las estaciones, la limitación del uso de pesticidas, la evaluación de la posible reducción de la competencia de las águilas reales y los buitres, etc.[387]

Por supuesto, no existe ninguna garantía de que el plan naturalista pueda funcionar mejor que uno tecnológico, pero posee una ventaja: y es que *deja el destino del cóndor estrechamente ligado al de su hábitat*. Es esencial para un organismo con una tasa de reproducción tan baja disponer de un ambiente estable a largo plazo, ya que le resultaría extremadamente difícil repoblar *cualquier* ambiente.[388] Asimismo, desde el punto de vista de la preservación de la diversidad, en sentido general, su hábitat es más importante que el propio cóndor. Tal como Paul escribió al Fish and Wildife Service, en febrero de 1980:

> Incluso el más exitoso programa de cría en cautividad podría no tener ningún valor si no extistiese el hábitat suficiente para acoger a las aves después de su suelta.

---

[387] C. Koford, «Naturalistic condor plan outlined», *Condor Cali*, junio de 1979.

[388] Véase, por ejemplo, D. Mertz, «The mathematical demography of the California Condor Population», *American Naturalist* 105:437-453, 1971.

... El cóndor, por tanto, debe ser preservado no sólo por su interés intrínseco, por compasión, o por su propia función ecológica sino, y esto es lo más importante, porque puede constituir un símbolo unificador para la protección de vastas zonas de hábitat y, de este modo, preservar también otros muchos organismos en peligro.

Steven Herman, biólogo del Evergreen State College ha comentado, de forma similar:

Si se transfiere el énfasis a la propagación en cautividad y se planea la suelta de la descendencia así obtenida... las compañías petrolíferas, las corporaciones mineras y los promotores se regocijarán y volverán a la carga armados con nuevos argumentos la misma tarde del día en que salga el primer polluelo de un huevo de cóndor nacido en incubadora. Es muy probable que pongan los ojos en blanco y se den golpecitos en la barriga cuando el segundo cóndor sea encarcelado.[389]

Si el hábitat del cóndor no puede ser protegido ahora, mientras aún existen cóndores resulta muy difícil imaginar como se lograrán futuras sueltas en ausencia de dichas aves. La batalla debe llevarse a cabo entre el ave y su hábitat, indisolublemente. Incluso en el caso de que las aves fueran salvadas en cautividad, su pérdida en la naturaleza resultaría desastrosa. Tal como Koford manifestó, justo antes de morir:

La vida salvaje es tan esencial como la música y su percepción no requiere más actitud activa que la personal observación de la cima del Everest... Se trata de preservar una característica de la naturaleza para el recreo de muchas generaciones futuras. La manipulación, el marcado y el trampeo disminuirían en gran medida el valor recreativo del cóndor salvaje.[390]

---

[389]Comentarios sobre el Fish and Wildlife Service Plan en una publicación (sin fecha) de Friends of the Earth, primavera de 1980.

[390] Comentarios sobre el Fish and Wildlife Service Environmental Impact Assessment, 12 de octubre de 1979.

Buena parte del hábitat del cóndor tiene un «elevado potencial petrolífero así como para el gas natural», contiene yacimientos de yeso y oro y es, además, una región que requiere medidas de control del fuego y de las inundaciones, también encierra una conocida zona geotérmica y desafortunadamente, es una zona en la que está permitido el uso de ORV.[391] Incluso con el cóndor presente, no es probable que se detengan estas actividades destructivas ligadas a tales valores, así que, con los cóndores enjaulados la totalidad del área será destruida, casi con toda seguridad.

Sin embargo, los cóndores pueden ayudar a resistir la marea de destrucción de hábitats de las montañas del sur de California durante algunas décadas más, mientras permanezcan en la naturaleza. De esta manera algunas personas podrán observarlo en la naturaleza, como recuerdo de un mundo pasado donde los condones, volando a vela, planeaban sobre buena parte del continente, vigilando a mamuts, felinos de dientes de sable y perezosos gigantes que, esperaban su muerte. Es posible imaginárselo acechando en las proximidades de los acantilados bituminosos de La Brea, compitiendo por el alimento con el buitre el *Teratornis merriami*. Con una envergadura de ala de más de cuatro metros y un peso cercano a los veinte kilogramos, el *Teratornis* quizá fuera la mayor ave que jamás ha volado, de modo que el *Gymnogyps* le cedió probablemente muchos manjares. Pero mientras que el *Teratornis* se extinguió al final del Pleistoceno, el cóndor de California subsistió hasta el siglo XX para que la sociedad industrial pudiera escuchar, si es que aquélla tiene interés en oírlo, el musical silbido que el viento produce cuando pasa por entre las plumas de un cóndor volando a vela.

El escritor naturalista Kenneth Brower plantea la cuestión definitiva en su habitual estilo poético:

---

[391] Carta del congresista R. L. Lagomarsino del distrito 19, California a Friends of the Earth del 25 de marzo de 1980.

¿Y si nada puede devolvernos estas aves? ¿Y si el *Gymnogyps* que contempla Los Angeles y se retira hacia sus últimas colinas ha decidido, simplemente que es hora de partir? Quizá tener que alimentarse de ardillas es caer demasiado bajo para quien lo ha hecho de mastodontes. Si le ha llegado el momento de seguir al *Teratornis*, entonces podrá librarse de los radio transmisores.[392]

La importancia del hábitat

La cría de animales en cautividad nunca podrá suponer más que un relativamente pequeño parche en el conjunto del combate para salvar la diversidad de especies y poblaciones. Los problemas logísticos únicamente permiten que unas pocas especies, más o menos espectaculares, puedan ser protegidas de ese modo, al tiempo que la muestra así salvada estará probablemente empobrecida desde el punto de vista genético y representará la variabilidad presente en tan sólo una, o pocas, poblaciones. Las probabilidades de éxito en la reintroducción son siempre problemáticas, ya que al extraer una destacada especie de la naturaleza se destruye el principal argumento para la preservación del hábitat.

Se plantea aquí la cuestión de la distribución de los escasos recursos existentes. La cría en cautividad resulta cara y los fondos que se destinan a tales operaciones no pueden ser dispuestos para otros programas conservacionistas que pueden resultar eficaces para resistir la oleada de extinciones. Existe el peligro de que la preservación de especies individuales prominentes pueda distraer la atención de lo que es una tarea absolutamente crucial, aunque menos llamativa, la salvación de las pluvisilvas tropicales.

Por lo que respecta a la protección de la diversidad vegetal, la preservación en jardines botánicos puede, probablemente,

---

[392] «Night of the condor», publicado por primera vez en *Omni*, en 1979, y reeditado en *Not Man Apart*, en febrero de 1980.

jugar un papel proporcionalmente mayor que la cría en cautividad de especies animales.[393] Por lo menos dos plantas californianas que se habían extinguido en la naturaleza han sido reestablecidas en ella a partir de cepas protegidas en jardines botánicos.[394] De esta forma, la propagación en jardines puede contribuir al desarrollo de determinados programas de preservación o restauración de hábitats no alterados. Las estaciones agrícolas experimentales también pueden ayudar a mantener la diversidad genética de las plantas cultivadas.

Para que la reintroducción de especies vegetales o animales pueda resultar un éxito estable, el mantenimiento de la calidad de los hábitats debe tener siempre una prioridad absoluta. Por ejemplo, la mariposa cobriza mayor se extinguió, en Inglaterra, hacia 1850, como consecuencia de la destrucción de los hábitats pantanosos en los que vivía. Dicha mariposa fue reintroducida en Inglaterra mediante la cepa holandesa, lográndose, en 1927, que una colonia sobreviviera, en Woodwalton, a base de una cuidadosa gestión. No obstante, una riada acaecida en el mes de julio de 1968 produjo una nueva extinción de este insecto. Fue reintroducida de nuevo en 1970, utilizando en este caso una cepa inglesa que había sido criada en el laboratorio. El ecologista Eric Duffy que estudió de forma intensiva la cuestión, concluyó que la cepa holandesa no estaba bien adaptada al ambiente de los pantanos ingleses y que la superficie de la reserva era demasiado pequeña para que la población de la cobriza mayor pudiera sobrevivir sin una ayuda y vigilancia constantes.[395]

---

[393] Véase, por ejemplo, S. Walters, «The role of European botanic gardens in the conservation of rare and threatened plant species», *Gartnerisch-Botabischer Brief 51:2-21;* A. Synge, «Botanic gardens and island plant conservation», en D. Bramwell, *Planis and Islands,* Academic Press. Nueva York. 1980, págs. 155-179.

[394] P. Raven, «Ethics and attitudes» en J. Simmons y al., *Conservation of Threatened Plants,* Plenum Press. Nueva York. 1976, págs. 155-179.

[395] E. Duffy. «The reestablishment of the Large Cooper butterfly. *Lycaena dis-*

Recientemente, se han realizado intentos de transferir una mariposa ajedrezada poco frecuente, amenazada por el pastoreo y las explotaciones mineras en buena parte de su área de distribución, hacia otras áreas donde no era habitual encontrarla pero que, en cambio, son abundantes en las plantas nutricias de las orugas y en recursos nectaríferos para los adultos de la especie. Dos introducciones artificiales distintas han producido sólo una nueva población hasta el momento que, en el mejor de los casos, apenas se mantiene por sí sola después de tres años. El éxito de las introducciones depende de las sutiles características que posea el hábitat disponible, aun tratándose de insectos, en los que se dispone de miles de individuos.

Si se consideran especies de reproducción más lenta, la calidad del hábitat es aún más crucial, puesto que la inversión en tiempo y en dinero necesarias para producir un stock apto para ser trasplantado puede ser enorme. Así, por ejemplo, se está llevando a cabo en la actualidad un programa global de cría de las tortugas de las Galápagos, de las que se utilizaron setenta y un individuos jóvenes, en 1971, para repoblar la isla Pinzón (Duncan). Pero a menos que las ratas, cerdos y perros que amenazan sus puestas y que han sido introducidos por el hombre, puedan ser exterminados o seriamente controlados, resulta inseguro que la mayoría de las islas puedan albergar poblaciones autosuficientes de tortugas «sin necesidad de la actuación continua e indefinida, de nodrizas».[396]

Si el objetivo de todos estos intentos es la salvación de la diversidad biológica, entonces *el principal punto debe constituirlo la conservación de ecosistemas completos.* Tratar de mantener organismos en los vacíos bióticos que forman los zoológicos, laboratorios y jardines botánicos puede ayudar algo pero nunca lo suficiente. La reconstrucción de especies

---

par botava, Obth. on Woodwalton Fen Natural Nature Reserve, Cambridgeshire, England, 1969-73», *Biological Conservation* 12:143-157, 1977.

[396] C. McFarland y al., «The Galápagos Giant Tortoises *(Geochelone elephantopus).* Part II. Conservation methods», *Biological Conservation* 6:198-212. 1974.

extinguidas a partir de muestras congeladas de ADN, aún forma parte de la ciencia ficción y es probable que lo siga siendo durante mucho tiempo. Reservas de tamaño suficiente que alberguen ecosistemas más o menos intactos constituyen por ahora el mayor potencial disponible para una eficaz preservación de la diversidad biológica.

Desafortunadamente, la cuestión de las reservas está llena de incertidumbre. El convencimiento de que *toda* la diversidad biológica de la tierra está actualmente amenazada —y no sólo la diversidad de algunos lugares— que ha ganado terreno en la mente de los biólogos durante esta última década. En consecuencia, las investigaciones encaminadas a determinar las dimensiones, las formas y la distribución espacial, así como otras características de las zonas que deben ser protegidas para obtener una más eficaz conservación de la diversidad natural tan sólo están empezando a producir algunos resultados.

RESERVAS

En la primavera de 1980, Paul y dos de sus colegas, Bruce Wilcox y Dennis Murphy celebraron un almuerzo con representantes de Nature Conservancy, el principal grupo privado de Estados Unidos dedicado a la preservación de los hábitats naturales de Norteamérica. La reunión era el resultado de la comunión de intereses en lo que se refiere al problema de la realización de proyectos adecuados para preservar la naturaleza. En los últimos años, dicha sociedad ha centrado su misión en la tarea de apartar tierras con el expreso propósito de elevar al máximo la conservación de la diversidad biótica, mientras que en estos últimos años las investigaciones de nuestro grupo sobre el impacto de la sequía de 1976-77 en California han llevado a una revisión total de las ideas básicas acerca de la características y dimensiones que, en las regiones templadas deben tener los terrenos a proteger para que puedan, más o menos, asegurar el mantenimiento a largo plazo de la diversidad de los insectos.

Los riesgos que conlleva la subestimación del tamaño necesario para las reservas adecuadas de pluvisilva tropical son evidentes desde hace tiempo. De la investigación llevada a cabo por nuestro grupo y otros más, se desprendía claramente que muchas especies animales tropicales, esenciales para la reproducción de plantas específicas, patrullan extensos «trayectos de captura» a través de la selva en busca de las especies vegetales que constituyen su fuente de alimento y a las cuales polinizan. Los grandes y brillantes himenópteros tropicales del género *Euglossa,* las mariposas *Heliconius* y los colibríes presentan este tipo de comportamiento. Para estos animales, la preservación de pequeñas parcelas de selva es totalmente ineficaz. Además, si tales animales mueren, las plantas que dependen de ellos también pueden desaparecer en breve plazo, lo cual conduce, asimismo, a la desaparición de otros animales, generalmente herbívoros, que viven de dichas plantas. Esto, a su vez, puede afectar a las poblaciones de depredadores que dependen de aquellos herbívoros, y así sucesivamente, de modo que en una pequeña parcela preservada, una serie de extinciones en cascada pueden reducir rápidamente la diversidad biótica.

Cuando se inició la investigación sobre las mariposas ajedrezadas parecía que los 1.200 acres de la Jasper Ridge Biological Reserve en el campus de la Stanford University resultaban más que suficientes para mantener insectos tales como las mariposas ajedrezadas de forma indefinida. No obstante, el ejemplo de las extinciones naturales seguidas de recolonizaciones a partir de otras poblaciones puso de manifiesto que tales suposiciones eran totalmente erróneas. Sin embargo, unas pocas mariposas ajedrezadas no constituyen una fauna entomológica completa y, aunque la biología de este grupo específico puede ser fascinante, la muestra es demasiado limitada como para permitir generalizar los resultados hasta una amplia variedad de especies y una amplia variedad de situaciones.

Paul y sus colegas decidieron recientemente acometer una más extensa investigación destinada a averiguar las características que deberían reunir las reservas de mariposas y plantas en las regiones templadas. Desafortunadamente, los experimentos ideales son claramente imposibles. Por ejemplo, no es posible, simplemente, apartar cincuenta o cien áreas, de superficie y relaciones espaciales variadas, exterminar todas las plantas y las mariposas en las áreas externas a las reservas y esperar, entonces, a ver qué sucede en las «islas» de reservas con la diversidad que albergan durante unos pocos siglos. En su defecto, resulta necesario estudiar los «experimentos» ya realizados por la naturaleza y utilizar sus resultados para inferir la forma más adecuada de planear las reservas.

El diseño de las reservas

Afortunadamente la naturaleza ya ha llevado a cabo experimentos de este tipo, aislando floras y faunas en «islas» situadas a elevadas altitudes en las cordilleras montañosas de los desiertos del Great Basin, Nevada y Utah durante períodos de tiempo que pueden ser establecidos con bastante precisión. Durante la última glaciación, los hábitats húmedos ocupaban totalmente la cuenca, mientras que el retorno a un clima seco originó los desiertos actuales y aisló las «islas» montañas. Si se utilizan las mariposas como representantes de las diversas faunas, todo lo que se precisa es determinar la composición de las faunas de mariposas de tales islas y las especies vegetales que comen las orugas de cada una de ellas —lo que constituiría el resultado de los experimentos de la naturaleza— y, entonces, interpretar los resultados. Para apoyar la interpretación se dispone en ecología de un conjunto de ideas conocido bajo el nombre de *biogeografía insular*.

La biogeografía insular es simplemente el estudio de las razones por las cuales las islas posean faunas y floras menos diversas que las áreas continentales, así como de los motivos por

los que determinadas islas tienen más diversidad que otras.[397] Una de las ideas centrales de la biogeografía insular es bien simple: la diversidad y el carácter de la fauna y la flora de cada isla guarda relación con el tamaño de la isla y con su distancia del continente. Una segunda idea central resulta un poco más complicada y determina que el número de especies presentes en una isla alcanzará un equilibrio que vendrá dado por la tasa de arribada de nuevas especies y la de extinciones de las especies presentes.[398]

Una zona concreta sólo puede albergar un número determinado de plantas y animales, de modo que a medida que van llegando más especies, el número medio de individuos de cada especie debe reducirse. No obstante, las poblaciones pequeñas son más vulnerables a la extinción que las grandes, de modo que, a medida que las poblaciones de las distintas especies se reducen, la tasa de extinción de especies aumenta y lo hace hasta equilibrar la tasa de colonizaciones exitosas, estableciéndose así un equilibrio de diversidad de especies.

Este modelo tan lógico encaja bastante bien con el sistema natural. Así por ejemplo, en 1883, el volcán insular Krakatoa estalló en una tremenda erupción.[399] La isla del Krakatoa se encuentra entre Java y Sumatra y el maremoto producido por la destrucción del Krakatoa produjo la muerte, estimada, de 36.000 personas en esas dos islas mayores. Por supuesto, se extinguió toda forma de vida en esa zona, proporcionando así el inicio de un experimento natural para verificar la validez de

---

[397] La teoría, tal como existe actualmente, ha sido desarrollada básicamente para explicar las ornitofaunas insulares y se encuentra expuesta en un trabajo clásico, más tarde aumentado hasta el formato de libro, del ecólogo Robert H. MacArthur y el sociobiólogo Edward O. Wilson. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press, 1967. (Existe una traducción al catalán: *Teoría de la biogeografía insular*, Ed. Molí. Palma de Mallorca 1985).

[398] Para una introducción véase B. Wilcox. «Insular ecology and conservation», en Soulé y Wilcox, óp. cit. págs. 95-117.

[399] También llamado Krakatau. Para un resumen del tema véase B. Bolt et al., *Geological Hazards*. 2º edición, Springer-Verlag, Nueva York, 1977.

la teoría de la biogeografía insular unos ochenta años antes de que fuera formulada dicha teoría.

La recolonización del Krakatoa fue sorprendentemente rápida. Las arañas fueron las primeras en ser llevadas por el viento. En 1886 habían brotado 26 especies de plantas, mientras que en 1900 existían ya ciento quince plantas y trece especies de aves. En 1920 las especies vegetales habían aumentado hasta ciento ochenta y cuatro y las de aves hasta veintisiete. En 1934 se encontraron ya doscientas setenta y dos especies de plantas, mientras que las aves seguían siendo veintisiete. Además, en el caso de las aves, cinco especies previamente presentes se habían extinguido mientras que otras cinco recién llegadas habían ocupado su lugar. Todo parece indicar que en 1920, el Krakatoa hubiera alcanzado el equilibrio por lo que respecta al número de especies de aves de acuerdo con la teoría, pero que no lo hubiera alcanzado todavía por lo que respecta a las plantas. Por lo tanto, la biogeografía insular revela que no es posible establecer una reserva individual e ir albergando en ella especies procedentes de otros lugares, aunque sus hábitats parezcan perfectamente adecuados para las especies introducidas. Una vez alcanzada la capacidad de carga de la reserva, las extinciones equilibrarán las introducciones.

Más interesante aún, desde la perspectiva de la construcción habitual de reservas es el resultado del cultivo de las zonas situadas alrededor de un fragmento de un ecosistema continental y éstas son cultivadas o sometidas a otro tipo de modificaciones, de modo que la reserva se convierte, en esencia, en una isla. Al principio tendrá lugar, a corto plazo, una pérdida de especies que formaban parte del ecosistema global. Algunas se perderán simplemente por accidente, mientras que algunos animales, simplemente, se extraviarán.

Sin embargo, quizá son más importantes los efectos que esa insularidad puede tener a largo plazo. La tasa de extinción dentro de la reserva permanecerá como mínimo igual a la que se producía cuando la reserva formaba parte de un ecosistema mayor, aunque lo más probable es que dicha tasa aumenta ya que

la menor superficie de la reserva proporciona un hábitat seguro a poblaciones menores de algunas especies. Sin embargo, la reserva no está aislada, y en la mayoría de los casos el ecosistema natural ha sido destruido o severamente dañado al ser sometido a urbanización o convertido en tierras de labor. Incluso animales tan móviles como los pájaros y las mariposas no pueden, a menudo, cruzar tales áreas. En consecuencia la colonización decae bruscamente porque las especies no pueden llegar libremente a la zona, procedentes del resto del ecosistema. Con la tasa de extinción aumentada o invariable mientras que la colonización se mantiene muy reducida, el sistema tenderá hacia un nuevo y más reducido número de equilibrio de especies que vendrá determinado por las nuevas tasas de extinción y colonización.

Esto conduce a un fenómeno conocido, en sus formas más benignas como *relajamiento* de la flora y de la fauna, es decir, una derivación hacia biotas menos diversas en el interior de la reserva. Un ejemplo de este relajamiento tuvo lugar en la isla de Barro Colorado, en Panamá. La isla se formó en 1914 como consecuencia de los trabajos realizados en el lago Gatun durante la apertura del Canal de Panamá. Muy poco después se convirtió en una reserva y se permitió que la selva reocupara las zonas previamente taladas. Desde hace tiempo Barro Colorado alberga un importante centro de investigación biológica gestionado por la Smithsonian Institution. Desde el momento de formación de la isla, cuarenta y ocho de las doscientas ocho especies originales de aves nidificantes en la isla se han extinguido, aproximadamente, un tercio de las cuales, a causa del efecto de relajación. El resto de extinciones corresponden a aves no nidificantes y a otros habitantes de los márgenes de la selva que desaparecieron cuando sus hábitats fueron destruidos por la reforestación de la isla.[400]

---

[400] E. Willis, «Populations and local extinctions of birds on Barro Colorado Island. Panama», *Ecological Monographs* 44:153-161, 1974.

Cuando en 1970 se visitó la isla de Barro Colorado, la fauna local de mariposas era una pobre representación de la rica diversidad que se encuentra en otras partes de América Central. El número de especies de mariposas de la familia de los itómidos había descendido de unas veinte hasta unas seis a medida que la selva iba reemplazando las áreas clareadas donde crecen las plantas nutricias de los itómidos. Otros grupos de mariposas dependientes de los claros de bosque también eran escasos.

Las consecuencias de la insularidad pueden ser, sin embargo, mucho más dramáticas que las pérdidas acaecidas en Barro Colorado, ya que pueden suponer la pérdida definitiva de la mayor parte de las grandes especies animales incluso tratándose de reservas muy grandes. Por lo tanto, la naturaleza ha realizado de nuevo algunos experimentos que ilustran esta especie de «colapso faunístico». Al finalizar la última gran glaciación, la fusión de los hielos originó una sustancial elevación del nivel del mar, lo que, a su vez, originó muchas nuevas islas.[401] Por ejemplo, Sumatra, Java y Borneo se convirtieron en islas hace unos diez mil años, aproximadamente en la misma época en que los primeros grupos humanos empezaron a practicar la agricultura. Hasta entonces habían formado parte del continente asiático y presumiblemente albergaron un conjunto de especies de mamíferos similar al que se encuentra actualmente en la península de Malasia. En conjunto, Sumatra, Java y Borneo, presentan una muestra más o menos completa de la fauna de la península malaya, pero tomadas individualmente ninguna de aquellas islas presenta nada parecido al conjunto de los mamíferos malayos. Así, por ejemplo, Java carece del siamang, el tapir malayo, el rinoceronte de Sumatra, el orangután, el oso malayo y el elefante indio. Todos estos animales están presentes en Sumatra, que carece en cambio de la pantera y el banteng (un buey salvaje), que habitan ambos en Java. Borneo, por su parte, carece del tigre, el rinoceronte de Java, la pantera,

[401] L. Gilbert. «Food web organization and the conservation of neotropical diversity», en Soulé and Wilcox, op. cit., págs. 11-33.

el huloc y el tapir malayo. Por lo tanto, las pruebas fósiles, demuestran que las especies ausentes *estaban* antiguamente presentes.[402]

Las implicaciones que tiene este fenómeno para las reservas son profundas. Por ejemplo, los biólogos de poblaciones Michael Soulé, Bruce Wilcox y Claire Holtby han extrapolado el fenómeno para generar una prognosis de futuro con respecto a las faunas de grandes mamíferos de las reservas naturales africanas, basándose en los datos del colapso de la fauna de grandes mamíferos de Java, Sumatra y Borneo y otras cuatro islas que estaban unidas anteriormente a la península de Malasia. Si bien su metodología presenta algunas incertidumbres, generalmente admitidas sus conclusiones son, evidentemente, definitivas a la vez que siniestras.

Aquellos autores estiman que, puesto que las reservas africanas más pequeñas están aisladas, éstas perderán alrededor de una cuarta parte de sus especies de grandes mamíferos en unos cincuenta años, dos tercios en quinientos años y el 90% de las especies en un período de cinco mil años. En los mismos períodos de tiempo las reservas mayores perderían una vigésima parte, un tercio y un 75% de sus especies de grandes mamíferos.[403] De una forma u otra una gestión inteligente de las mismas podría, como mínimo, ralentizar el ritmo de extinciones en las reservas. En último extremo, cuando una especie que está presente en varias reservas se extingue en una de ellas puede llevarse a cabo una repoblación introduciendo en aquella reserva ejemplares procedentes de otra, aunque por supuesto tales movimientos destruyen el aislamiento que estimula la especiación. De modo que el precio a pagar, en muchos casos, para evitar la extinción será la prevención de una futura diversificación.

---

[402] Datos no publicados de D. Hooijer, procedentes de J. Terborgh, «Preservaron of natural diversity: The problem of extinction prone species», *BioScience* 24:715-722, 1974.

[403] «Benign neglect: A model of faunal collapse in the game reserves of East África». *Biological Conservation* 15:259-272, 1979.

Es de esperar que, desafortunadamente, tanto el relajamiento como los colapsos que tienen lugar en las reservas se produzcan en prácticamente todos los grupos de organismos.[404] La experiencia obtenida con las poblaciones de mariposas nos lleva a predecir que ambas cosas ocurrirán, para este grupo en cuestión, en las «islas» montañas del Great Basin. Lo que todavía no se sabe, sin embargo, es la medida en que diferirán los ritmos de colapso de los distintos grupos taxonómicos presentes en una misma reserva. Existen razones para creer, por ejemplo, que la fauna de mamíferos se colapse más rápidamente que la de las aves o reptiles.[405] Aunque los científicos sólo han empezado a contestar tales cuestiones. Aún queda mucho por descubrir de las características del colapso entre los animales más destacados y en todos los grupos de plantas e invertebrados, todos ellos igualmente importantes.

Muchos otros complicados factores hacen problemático el diseño de las reservas. Por ejemplo, incluso dentro de grupos emparentados o próximos entre sí, algunas especies serán más «proclives a la extinción» que otras y así, sería de esperar que los mamíferos carnívoros fueran más vulnerables que los herbívoros, puesto que los carnívoros tienen poblaciones relativamente más pequeñas y necesitan mayor superficie por individuo. Por pequeño que sea el nivel con que esto ocurra el guepardo desaparecerá antes de las reservas que la gacela de Thomson.

De la misma manera, y dentro de grupos taxonómicos, la presencia de una o más especies puede excluir a otras especies de la reserva. El biogeógrafo Jared Diamond ha llevado a cabo un brillante trabajo acerca de las aves de Papuasia y Nueva Guinea y sus áreas vecinas. De su trabajo se desprende que muchas de aquellas aves presentan una distribución en forma de

---

[404] Véase, por ejemplo, B. Wilcox, «Supersaturated island fauna: A species-age relationship for lizards on post-Pleistocene landbridge islands», *Science* 199:996- 998. 1978.

[405] Wilcox en Soulé and Wilcox, óp. cit.

tablero de ajedrez, de modo que en cada área o isla se encuentra una u otra de un par de aves estrechamente emparentadas pero nunca las dos a la vez. Aparentemente, la presencia de una de las dos «excluye» la de la otra. Por lo que respecta a cuatro especies de palomas cuco de Nueva Guinea la situación es muy compleja. Sólo determinadas variaciones entre las cuatro especies pueden coexistir en la naturaleza. Así, por ejemplo, las cuatro especies nunca se encuentran juntas y solamente una de las cuatro posibles combinaciones de tres especies que pueden convivir juntas se da en la naturaleza, mientras que las otras tres están «vedadas». Si una pequeña reserva fuera abastecida con una de tales combinaciones «vedadas», una o más especies se extinguirían.[406] El problema sería similar si se preservaran las tres especies, muy próximas, de *Melidictes* (aves melíferas de Papuasia y Nueva Guinea) puesto que de las tres que existen únicamente dos han sido encontradas juntas en la naturaleza. Para salvar las tres sería necesario disponer de reservas en por lo menos dos zonas montañosas diferentes.[407]

Las distribuciones discontinuas —organismos que habitan en unidades desperdigadas de hábitat— son más características de los trópicos que de las zonas templadas y resultan especialmente abundantes en las pluvisilvas tropicales muy amenazadas. La impresión susperficial de gran uniformidad que suscitan las extensiones selváticas es extremadamente engañosa. No sólo las aves presentan distribuciones discontinuas sino también otros animales y plantas, entre las cuales se encuentran los gigantescos árboles de la selva. Además, las diferencias de

[406] J. Diamond, «Assembly of species communities», en M. Cody y J. Diamond, eds., *Ecology and Evolution of Communities*, Harvard University Press, Cambridge, 1975, págs. 342-344.

[407] J. Diamond, «Patchy distributions of tropical birds» en Soulé and Wilcox. op. cit., págs. 57-74.

suelo producen a menudo diversidad de flores tropicales locales,[408] que a su vez son determinantes de la distribución de los insectos y otros herbívoros.[409]

Todo esto se complica aún más debido a la existencia de cambios naturales a través del tiempo. Las selvas tropicales están constantemente expuestas a alteraciones, desde el desplome individual o aislado de árboles, la erosión de las cuencas fluviales y los desprendimientos de las laderas montañosas hasta los destrozos masivos ocasionados por los huracanes y los depósitos de cenizas procedentes de la actividad volcánica, por ejemplo. Tras producirse una de tales alteraciones, una gran variedad de plantas invade la zona alterada en una secuencia más o menos bien definida, según un proceso que los ecólogos denominan *sucesión* y que conduce a la selva hacia un estadio de clímax relativamente estable[410] similar al que poseía con anterioridad.

Por ejemplo, la reforestación de la selva condujo a la extinción de numerosas especies de aves, así como a una reducción de la diversidad de mariposas en la reserva de Barro Colorado. De modo que, al planificar las reservas se debe considerar no sólo su capacidad de carga en aquel momento sino también cómo puede verse afectada por los cambios que tienen lugar con el tiempo.

La posibilidad de un desastre natural debe tenerse siempre en cuenta cuando se intenta organizar un sistema de reservas. Por ejemplo, antaño existió un ave marina boreal, incapaz de volar, el pingüino gigante, un ave al que le fue aplicado originalmente el nombre de «pingüino». Esta ave fue severamente perseguida por el hombre que cogía sus huevos y le daba caza para obtener sus plumas, su grasa y su carne. Además, cuando

---

[408] R. Foster, «Heterogeneity in disturbance in tropical vegetation», en Soulé y Wilcox, óp. cit., págs. 75-92.

[409] L. Gilbert, «Food web organization...», óp. cit., págs. 11-33.

[410] Para un tratamiento breve de la sucesión véase P. R. Ehrlich, A. H. Ehrlich y J. P. Holdrem. *Ecoscience: Population, Resources, Environment,* W. H. Freeman, San Francisco, 1977, capítulo 4.

dicha ave estaba reducida ya a unas pocas colonias aisladas, una catástrofe natural se cernió sobre ella, una de sus más seguras colonias de cría, en Islandia, fue destruida por una erupción volcánica.[411] De modo similar el simultáneo florecimiento y declive del bambú contribuye en gran medida a poner en aprietos a los últimos pandas gigantes que subsisten en la naturaleza y que se alimentan de esta planta.

Cuando se consideran todos estos factores, el secreto del éxito de la planificación de las reservas no parece ser otro que la puesta en marcha «de tantas reservas como sea posible». Las grandes dimensiones son necesarias para minimizar la tasa de relajamiento, mientras que la pluralidad de sitios hace posible que las reservas puedan englobar diferentes parcelas de hábitat y minimizar así el problema de las exclusiones. No obstante, ya que existen inevitables restricciones en la cantidad total de superficie que puede dedicarse a reservas, deberán establecerse compromisos, utilizando para ello los mejores conocimientos disponibles. Los conocimientos actuales resultan inadecuados para la puesta en marcha de planificaciones extensas, sin embargo, es cierto que determinados principios superficiales pueden utilizarse de pauta. Por ejemplo, dada una misma superficie total a preservar, una reserva circular estará, por lo general, menos sujeta al colapso de la fauna o de la flora que otra de superficie alargada; mientras que, para determinadas clases de organismos, varias reservas más pequeñas podrán mantener más especies que una sola reserva más grande con la misma superficie total. Y, en el caso de que la reserva deba ser fragmentada, resulta más adecuado establecer corredores de hábitat natural que conecten los fragmentos incluso si como consecuencia de ello dichos fragmentos deben ser más pequeños. Ello producirá una tasa de extinción menor que si los fragmentos, algo mayores, fueran preservados asiladamente entre sí.[412]

---

[411] Halliday, óp. cit., pág. 72.

[412] Véase, por ejemplo, E. O. Wilson, «The conservation of life», *Harvard Magazine*, enero de 1980, págs. 28-37; M. S. Gilpin y J. M. Diamond, «Subdivisión of nature reserves and the maintenance of species diversity», *Nature*

Si los fecundos recursos biológicos, originalmente presentes en la tierra, van a ser preservados —y con ellos la civilización— será esencial establecer para, ello un gran sistema mundial de reservas. Para ello, la táctica del movimiento conservacionista deberá iniciar campañas dedicadas a la puesta en marcha de reservas, con *la mayor superficie posible*, que sean establecidas en los mejores lugares posibles[413] y cuya *configuración* se realice de la mejor manera posible de cara a reducir al mínimo la inevitable pérdida de diversidad que tendrá lugar en su interior.

Por supuesto, resulta crucial en este proceso que las personas en general y los encargados de tomar las decisiones, en particular, sean conscientes de su importancia, tal como señaló el distinguido biólogo E. O. Wilson:

Las plantas y los animales endémicos de cada país deberían ser tratados como parte de su patrimonio, tan precioso como su arte y su historia. Cuando líderes nacionales como el antiguo presidente de Costa Rica, Daniel Oduber Quirós, muestran el coraje de preservar los ecosistemas dentro de sus dominios, deberían recibir honores internacionales, incluyendo entre ellos el

---

285:567-568, 1980; A. J. Higgs y M. B. Usher, «Should nature reserves be large or small?», *Nature* 285:568-569, 1980. Véase también T. E. Lovejoy y D. C. Oren «Mínimum critical size of ecosystems», artículo presentado al *Symposium on Forest Habitat Islands in Mandominated Landscapes*, American Institute of Biological Sciences (AIBS) annual meeting, Michigan State University, 25 de agosto de 1977 (en prensa). Un tratamiento excelente de los problemas que plantea el diseño y la gestión de las reservas, puede encontrarse en O. H. Frankel, y M. E. Soulé, *Conservation and Evolution*, Cambridge University Press, Nueva York, 1981, capítulo 5.

[413] Los lugares para el emplazamiento de reservas, en la Amazonia, están siendo planificados actualmente para hacerlos coincidir con la posición de los refugios del Pleistoceno, es decir, zonas que siguieron estando ocupadas por selva tropical incluso durante el paroxismo del período glacial. Para un tratamiento de este asunto y para tener acceso a la bibliografía véase T. E. Lovejoy. «Designing refugia for tomorrow», capítulo de *Proceedings of the Fifht Symposium of the Association for Tropical Biology*, pendiente de publicación por Columbia University Press (multicopia. 1980).

Premio Nobel de la Paz, en reconocimiento de su gran contribución no sólo a sus propias generaciones sino también para tantas generaciones futuras como sea posible imaginar.[414]

El presidente Oduber Quirós fue el responsable de un magnífico programa costarricense para la preservación de grandes extensiones de pluvisivas en parques nacionales. Nosotros tuvimos la fortuna de conocerlos poco después de que el programa se hubiera iniciado, en diciembre de 1977, mientras realizábamos un trabajo de campo, en Costa Rica, sobre las mariposas *Euptychia*. Posteriormente sobrevolamos la pluvisilva aún virgen del Parque Nacional de Corcovado, que es el más impresionante testamento de la amplitud de de miras del presidente Oduber Quirós. Afortunadamente, el sucesor de Oduber Quirós también es consciente de la importancia de la preservación del patrimonio de su país. El presidente Rodrigo Carazo tiene la intención de extender los parques nacionales de Costa Rica (que ya albergan una proporción mayor de tierras nacionales que los parques de cualquier otro país de América Latina) hasta cubrir un 10% del territorio de la nación.[415] Sin embargo, no está del todo claro que Costa Rica pueda mantener tal sistema de reservas sin una sustancial ayuda exterior.

Brasil también alberga magníficos planes para unas 600.000 millas cuadradas de parques y reservas estratégicamente situados (alrededor del 18% de su territorio), así como más de un cuarto de millón de millas cuadradas de tierras para la conservación de las selvas nacionales.[416] Para que pueda mantener su voluntad política y sufragar la puesta en práctica de su *Plan Nacional de Parques*, el gobierno del Brasil debe recibir asistencia y estímulo internacionales. Por ejemplo, en

---

[414] «Resolution for the Eighties», *Harvard Magazine*, enero-febrero, 1980.

[415] N. Myers, *Conversión of Tropical Moist Forests*, National Academy of Sciences, Wahington D.C., 1980, pág. 133.

[416] La información sobre Brasil es de Peter Eisner, «Brazil acts to keep green hell from turning into a red desert», *San Francisco Sunday Examiner and Chronicle*, 25 de mayo de 1980.

una zona cerca de Manaus, la selva —situada sobre un suelo muy pobre— había sito talada no porque pudiera resultar productiva sino porque algunas grandes compañías del sur del Brasil se iban a ahorrar de este modo ingentes cantidades en forma de «beneficios fiscales» sobre cantidades obtenidas en otras partes del país. La voluntad política debe ser prontamente puesta en práctica lo más pronto posible ya que, en caso contrario la selva virgen será destruida en un plazo de pocas décadas.

No obstante, el cambio de la política oficial con respecto a la Amazonia, desde la explotación incontrolada hasta la actual mezcla de conservación y desarrollo respetuoso con la ecología es el acontecimiento individual más alentador por lo que respecta a la prevención de las extinciones en general. Es de esperar que el presidente Baptista Figueiredo siga los pasos del presidente Oduber Quirós de Costa Rica y que los dirigentes de los países ricos actúen para proporcionar la ayuda que necesita Brasil para que su plan se convierta en una realidad.

La gestión de las reservas

La puesta en marcha de las reservas es sólo el primer paso; ya que el verdadero problema es el de su gestión. La naturaleza, por supuesto, ha tratado con bastante esmero a su única reserva biológica, la tierra, durante miles de millones de años sin necesidad de ninguna asistencia de «gestión» por parte de los seres humanos. Aunque, en este caso, se trataba de una reserva lo suficientemente grande y variada en ambientes como para proporcionar estabilidad y experimentación evolutiva. Las reservas más pequeñas carecen de estas ventajas y del margen de seguridad, por redundancia, que la multiplicidad de poblaciones confiere frente al peligro de extinción. De modo que es necesario algún grado de gestión para todas las reservas.

Quizá la mayor ironía de todas, es que la gestión humana de las reservas es necesaria para protegerlas frente al *Homo sapiens*. En su nivel más elemental, esto significa protegerlas

frente a los cazadores furtivos, que a veces pueden resultar muy peligrosos. En la mayoría de países pobres, existe una presión continua ejercida por campesinos pobres que penetran como intrusos en los parques. Así, por ejemplo, en Venezuela, existen unos treinta mil campesinos, que practican la agricultura del machete y el fuego, viviendo ilegalmente dentro de los parques nacionales u otras reservas. Algunas de estas gentes son inmigrantes ilegales, sedientos de tierras, procedentes de Colombia. Las leyes venezolanas serían adecuadas para proteger las reservas si fueran aplicadas, pero no lo son, porque las autoridades locales simpatizan con aquellos intrusos,[417] víctimas de la superpoblación y de una injusta distribución de los recursos. Estas gentes demuestran que todas las reservas están condenadas a la destrucción a no ser que se produzcan grandes cambios en la sociedad humana.

La gestión de las reservas incluye también, a menudo, acciones como la limpieza de las malezas, el control de los niveles de agua, así como el control de las poblaciones animales indeseables. Tales medidas resultan especialmente necesarias cuando las reservas son muy pequeñas, como sucede en Gran Bretaña, en donde existen 129 reservas con una superficie promedio para cada una de ellas de poco más de tres millas cuadradas. Las sesenta y dos reservas existentes en Inglaterra, sin contar las existentes en Escocia o en el País de Gales, tienen por término medio *poco más de una milla* y *media de extensión*,[418] Muchas de tales reservas son más pequeñas que Jasper Ridge, que contiene casi dos millas cuadradas y es, probablemente, demasiado pequeña para mantener la mariposa ajedrezada de Edith sin que por ello se necesiten periódicas resiembras.

---

[417] L. S. Hamilton, *Tropical Rainforest Use and Preservaron*, Sierra Club Office of International Environmental Affairs, Nueva York, 1976.

[418] E. Duffey, «The management of Woodwalton Fen: A multidisciplinary approach», en E. Duffey y A. Watt. *The Scientific Management of Animal Communities for Conservation*, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1971, págs. 581- 597. Muchos otros artículos de este libro son pertinentes.

Las prácticas encaminadas a la gestión de las reservas pueden tener graves consecuencias más allá de sus fronteras. Así, por ejemplo, en Michigan en 1980 se inició un fuego como parte de un plan para mejorar el hábitat, en tierras boscosas nacionales, de la dendroica de Kirtland, una ave en peligro. Dicho fuego se descontroló y en lugar de quemar los 100 acres previstos consumió 25.000, a consecuencia del cual murió un bombero, centenares de personas tuvieron que ser evacuadas y veinticinco casas y cabañas quedaron destruidas.[419] El constante temor que sufre Jasper Ridge es que pueda prenderse un fuego que escape de todo control en la reserva y destruya las viviendas cercanas. Tanto las viviendas como la reserva se encuentran en el chaparral, una comunidad vegetal que es un «piroclímax», es decir, que se mantiene por incendios periódicos. Por lo tanto, es un lugar peligroso para construir una casa o para tener en él una reserva tan pequeña que pueda ser destruida de un solo fogonazo. Las plantas pueden volver de nuevo a partir de las semillas resistentes al fuego, pero muchos animales se perderían irreversiblemente debido a la carencia de fuentes de colonización próximas.

Tanto en las naciones ricas como en las pobres debe conseguirse la manera de equilibrar los usos múltiples a que son dedicadas las reservas. Así por ejemplo, en Estados Unidos se espera que los Parques Nacionales sirvan no sólo para preservar la diversidad de especies sino también para una amplia gama de funciones educativas y recreativas. La mayoría están alejados de las ciudades y resultan inaccesibles para muchas personas. Por el contrario cada vez se construyen más parques locales y regionales en las mismas ciudades o cerca de ellas,[420] aunque, en estos casos, las presiones derivadas de la actividad

---

[419] «"Prescribed fire" to aid birds finally stopped», *Península Times Tribune*, 1 de mayo de 1980.

[420] J. Hart, «Parks for the people: The national debate», *Sierra*, septiembre-octubre, 1979.

humana sobre los otros organismos resultan particularmente intensas.

Los parques locales, así como los de los estados y la mayoría de los federales no constituyen, sin embargo, áreas naturales vírgenes. Además, no suelen ser muy extensos. Los parques nacionales de Estados Unidos ocupan menos del 1% del territorio de la nación, mientras que la totalidad del National Park System que incluye los monumentos nacionales, los lugares históricos y otras áreas de poco interés biológico es de sólo, aproximadamente, un 3% de aquel territorio. En este sentido, y con una cierta tendencia a la compensación, los conservacionistas han ejercido presiones durante la última década para que se constituyan reservas de grandes extensiones de terrenos salvajes que limiten, el acceso, únicamente a actividades recreativas y que prohíban la explotación, como el laboreo de minas, la perforación de pozos o la obtención de madera. Esta acción se ha convertido en una continua batalla entre los ambientalistas y los intereses industriales, puesto que la mayor parte de la tierra es propiedad del gobierno federal, o a veces de los estados, e incluso las agencias que la administran se han encontrado, a menudo, en el centro de tales conflictos. El Departamento de Interior, tradicionalmente encargado de facilitar la explotación de los recursos naturales, se dedica ahora a defender las zonas salvajes que aún quedan, aunque no siempre ha sabido acomodarse airosamente a su nueva función sobre todo si se tiene en cuenta que la gestión adecuada de aquellas áreas consiste, básicamente, en minimizar el impacto humano.

Algunos de los enfrentamientos más violentos fueron planteados a propósito de las grandes extensiones salvajes de Alaska, concretamente de una extensión aproximada de unos 111 millones de acres de tierras federales, lo que supone un área superior a la de California o, aproximadamente, el 5% del territorio de Estados Unidos. A finales de 1978 el presidente Carter declaró que 57 millones de acres debían ser «protegidos permanentemente», aunque el Congreso abortó la correspondiente ley y en su lugar dictaminó, únicamente, la protección

temporal de 54 millones de acres. Muchos habitantes de Alaska se sintieron ofendidos porque consideraron que el gobierno federal interfería en su derecho a disponer de sus propias tierras llegando a amenazar, incluso, con separarse de la Unión. Como es lógico, buena parte de la más firme oposición provino de los intereses relacionados con promotores y compañías petrolíferas y mineras. Finalmente, el Congreso alcanzó un acuerdo y promulgó la Alaska National Interest Lands Conservaron Act, que fue firmada por el presidente Carter, en diciembre de 1980. Esta nueva ley transformó unos 104 millones de acres de tierra, en Alaska, en parques nacionales, refugios de vida salvaje y bosques nacionales o bajo la protección de la National Wilderness Preservation System.[421]

Resulta muy positivo para Alaska que la explotación de sus relativamente frágiles áreas naturales haya quedado bajo protección y control antes de que hayan sido gravemente dañadas. Después de todo, la designación de un territorio como reserva de vida salvaje es algo reversible, mientras que cuando un recurso geológico o biológico se extingue jamás puede ser repuesto. En los cuarenta y ocho estados más meridionales, y más accesibles, las presiones han sido mucho más intensas y se han dejado sentir desde hace mucho más tiempo, de modo que en dichas zonas los efectos generales de una mayor población, así como la explotación directa han dañado, más o menos, severamente los ambientes, mientras las presiones siguen aumentando. Las Montañas Rocosas y el Great Basin, en el Oeste, están particularmente amenazadas, hoy día, por la explotación acelerada de los yacimientos minerales y de combustibles fósiles que tiene lugar en aquellas zonas.

Incluso las zonas supuestamente ya protegidas no son inmunes a tales presiones. La situación en los parques nacionales norteamericanos situados en los cuarenta y ocho estados contiguos es bastante lamentable. Las reservas de agua, fundamen-

[421] Cathy Smith, «Alaska bilí becomes law», *Not Man Apart,* enero, 1981.

tales para el Everglades National Park, se deterioran gravemente como consecuencia de las demandas del aumento de la población del sur de Florida. El DDT y la contaminación atmosférica como consecuencia de las minas de potasa y otras plantas de procesamiento de minerales de los alrededores amenazan el Big Bend National Park. Asimismo, la lluvia ácida cae sobre el Great Smoky Mountains National Park, la contaminación atmosférica, procedente de las centrales eléctricas a carbón, está dejando sentir sus efectos sobre las plantas y los animales del Gran Cañón[422], y, por otro lado, los asnos cimarrones producen graves destrozos en este parque y en otros lugares, en detrimento de muchos otros animales.[423]

Además, a medida que aumenta el convencimiento de que la producción de energía y de recursos minerales son deficitarios, aumentan también las peticiones de perforación de pozos petrolíferos o galerías de explotación minera dentro o cerca de los parques nacionales. En tierras privadas, en el interior del Lassen Volcano National Park, una compañía petrolífera abrió, con orugas mecánicas, una senda para la prospección del tamaño de un campo de fútbol sin notificarlo al Park Service o verificar previamente qué efecto podría causar sobre los géiseres y las aguas termales del parque su sondeo geotérmico de unos 1.500 metros de profundidad.

Y, por último, se debe tener en cuenta que la creación y la gestión de los parques nacionales y reservas de vida salvaje cuestan mucho dinero y que dicho dinero puede ser considerado un despilfarro por muchos ciudadanos y legisladores básicamente en una basada en la economía.[424]

Otras reservas, distintas a los parques nacionales y reservas de vida salvaje, también pueden verse acosadas por problemas. Las reservas privadas, como, por ejemplo, las áreas de estudio

---

[422] Robert Cahn, «The State of the parks», *Sierra*, mayo-junio, 1980.

[423] Joseph Stocker, «Battle of the burro», *National Wildlife*, agosto-septiembre, 1980.

[424] Robert Cahn, «The State of the parks», *Sierra*, mayo-junio, 1980.

biológico de las universidades están consideradas como áreas recreativas por mucha gente, desde gamberros hasta administradores de los gobiernos locales que expropiarían dichas tierras para conveniencias públicas.

La situación en Estados Unidos se ve complicada además por la falta de una inspección biológica nacional que pudiera establecer un inventario de los recursos biológicos de la nación, localizarlos y sentar las bases para su vigilancia y gestión. A este respecto Estados Unidos está muy lejos de Europa, Japón e, incluso, de la Unión Soviética. Por ejemplo, la cartografía computerizada de la flora del país y de los principales elementos de la fauna podría llevarse a cabo sólo mediante una aportación de fondos relativamente pequeña. En ausencia de una adecuada inspección nacional, resulta difícil decidir qué lugares son los adecuados para establecer nuevas reservas para que protejan efectivamente los valiosos recursos biológicos sin desperdiciar los limitados recursos económicos.

La gestión de las reservas puede ser sumamente compleja incluso en ausencia de intervenciones exteriores, debido a los problemas biológicos y económicos que ello comporta y debido también a las interacciones humanas existentes en la administración.

Una dificultad común en el seno de las reservas administradas por el gobierno es la carencia de coordinación entre las distintas agencias. Un buen ejemplo de todo ello es el del escribano de las marismas, un pequeño y oscuro pájaro poblador de las marismas que reside en la costa del centro y este de Florida. Este escribano ha escapado a duras penas de las acciones de la burocracia federal. En 1979 sólo pudieron encontrarse trece individuos de una subespecie que había contado, anteriormente, con muchos miles de ejemplares; de los trece, doce eran machos y el individuo restante era un polluelo joven cuyo sexo no podía ser aún determinado. Tres fueron capturados de cara a un posible intento de cría y uno murió. En 1980 tampoco se encontraron hembras, y los cuatro pájaros localizados eran todos machos. Se puede intentar hibridar los supervivientes con otra

subespecie del mismo escribano aunque la oscura parece condenada. Se trataría de la primera subespecie conocida que se extingue desde la promulgación de la Endangered Species Act, en 1973 [425], a pesar de que este pequeño pájaro vivía en una reserva gubernamental.

Aunque este pájaro estaba teóricamente protegido, se halla al borde de la extinción a consecuencia del deterioro de su hábitat. El primer ataque se produjo cuando un pantano próximo a Cabo Cañaveral fue anegado como parte de un programa de control de los mosquitos durante el año 1963, con el visto bueno del Fish and Wildlife Service, operante en la reserva.[426] A pesar de las demandas efectuadas en aquel momento por un biólogo preocupado por el tema, no se realizaron serios esfuerzos para restaurar ni tan siquiera una parte del pantano.

Unos pocos años más tarde, otro biólogo que investigaba las poblaciones de emberízidos locales encontró este pájaro en otra zona húmeda y persuadió al Fish and Wildlife Service (FWS) para que comprara aquella ciénaga, momento en el cual el Departamento de Transportes de Florida decidió construir una autopista, desde Cabo Cañaveral a Disneylandia, que atravesaba toda la zona. Por su parte, los promotores inmobiliarios comenzaron a destruir los márgenes del pantano con la construcción de canales de desagüe al tiempo que la excavación de una zanja para formar un terraplén aumentó el drenaje. El FWS esperó, inexplicablemente, siete años para tapar la zanja, de modo que un marjal había sido anegado y otro desecado.

Así pues, muy pronto se habrá extinguido otra ave, a pesar de vivir en una reserva, ya que nadie se preocupó realmente por él. El caso del escribano de las marismas oscuro muestra cuán vulnerables pueden ser los organismos en las reservas pequeñas, especialmente frente a la indiferencia y a la incompetencia de la administración. Este caso también pone de manifiesto que

---

[425] «A bird in the hand», *New Scientist*, 17 de julio de 1980, pág. 185.

[426] Norman Boucher, «Whose eye is on the Sparrow?», *New York Times Magazine*, 13 de abril de 1980.

la valoración de la biología de una situación no proporciona ninguna seguridad frente a las posibles pérdidas de determinadas especies, *incluso dentro de las reservas.*

Allí donde la biología resulta ser a la vez extremadamente compleja y poco conocida, lo cual sucede en las pluvisilvas tropicales, por ejemplo, los problemas de gestión se multiplican. Así, por ejemplo, en las pluvisilvas, las especies que han coevolucionado con otras muchas especies a veces resultan imprescindibles para su sostenimiento. El árbol gigante *Casearia* de la reserva Finca La Selva de Costa Rica encaja en esta descripción. Por lo menos veintidós especies de aves frugívoras se alimentan de sus frutos, algunas de las cuales dependen por completo de ellos para su supervivencia durante la estación anual de escasez de frutos que dura entre dos y seis meses. Si las poblaciones de *Casearia* desaparecieran, también desaparecerían varias aves cuya pérdida afectaría a su vez, otras plantas que dependen de ellos para la dispersión de sus semillas. La identificación y la conservación de las plantas críticas debería ser un elemento prioritario en la gestión de las reservas tropicales.[427]

Las hierbas y los arbustos pueden disponer de néctar suficiente para mantener poblaciones de insectos parásitos en un nivel que les permita actuar como un eficaz control de los insectos herbívoros, lo cual, a su vez, impide la defoliación y la posible muerte de algunos árboles.[428] Si se llegara a conocer el funcionamiento de estas redes tróficas coevolutivas, no sólo se abriría una puerta para la correcta gestión de las reservas sino que también se proporcionarían las claves para la utilización de controles biológicos en los sistemas agrícolas adyacentes.

Por ejemplo, los campesinos de Trinidad que cultivan las pasionarias para recolectar sus granadillas tuvieron una plaga de la oruga de una gran mariposa *Heliconius* muy parecida a una que se está investigando en las selvas montanas próximas.

---

[427] Gilbert, «Food web organization...», óp. cit.

[428] Ibíd.

La utilización de pesticidas sólo conseguía empeorar las cosas, ya que éstos mataban las hormigas, que juegan un papel esencial en el control de los insectos fitófagos, entre ellos las *Heliconius*, de las selvas tropicales. Al ser depredadores, las hormigas carecen de experiencia evolutiva considerable con los venenos vegetales a diferencia del *Heliconius*, y por ello estaban mucho menos capacitadas para desarrollar una rápida resistencia a las toxinas sintéticas.

Así pues, cuanto más pequeña sea la reserva es necesaria una gestión más intensa que permita mantener la estabilidad y retrasar la merma de diversidad. Se pueden conseguir grandes logros con una gestión inteligente, pero se puede perder mucho asimismo en cortos períodos de gestión deficiente.

El mantenimiento de la integridad, a largo plazo, de las reservas depende más de la educación pública y de otras medidas tendentes a reducir los impactos que sufren, que no de la vigilancia y las cercas de espinos, a menudo ineficaces. Otra ironía es que las reservas pueden constituir por sí mismas una importante herramienta educativa, pero únicamente a condición de que permanezcan abiertas al público, con el consiguiente riesgo de daños concomitantes para su flora y su fauna.

Un aspecto afortunado del problema es la capacidad de las pequeñas reservas, zoos e incluso museos que puedan jugar un papel crucial en la educación para la conservación de las especies. En muchos países, la importancia del cuidado de los grandes mamíferos y aves, o la de las plantas más espectaculares como, por ejemplo, las secuoyas, está siendo reconocido paulatinamente. Sin embargo, la importancia de preservar aquellos organismos más pequeños o menos prominentes es algo para lo cual muchas personas resultan, todavía, insensibles. Por ejemplo, una corporación multinacional emprendió no hace mucho una campaña publicitaria a lo largo de Estados Unidos para promover un determinado insecticida, advirtiendo a sus potenciales clientes que con él podrían «matar cualquier bicho que se les pusiera por delante». El anuncio mostraba sólo insectos benéficos, como, por ejemplo, una mariposa monarca,

una mariquita y una mantis religiosa, que el afortunado comprador presumiblemente podría exterminar.[429] Existe una necesidad urgente e imperiosa de incrementar el conocimiento que las personas en general puedan tener acerca de las funciones que desempeñan en los ecosistemas oscuros organismos, así como de su potencial significado para la humanidad junto a su belleza e interés intrínseco.

Especies o subespecies amenazadas del tipo del sapo de Houston o de la ajedrezada *bayensis* pueden mantenerse en reservas relativamente pequeñas e incluso en minizoos, con lo cual se podría cumplir mucho mejor una función de educación pública acerca de los valores inherentes a estos oscuros organismos. La Xerces Society ha emprendido ya el proyecto de establecer un centro de interpretación entomológico en el seno de una proyectada reserva de mariposas, en el estado de Washington. En un breve plazo cada estado debería disponer de varios de tales centros destinados, preferentemente, a ilustrar las relaciones existentes entre los insectos y los vegetales que son cruciales para el abastecimiento de tantos circuitos de los ecosistemas, y además de ser representativas de los organismos menos prominentes.

La Xerces Society ha iniciado también un anual Fourth of July Butterfly Count de ámbito nacional, similar al Christmas Bird Count de la National Audubon Society. Esto, junto con algunos esfuerzos positivos que se llevan a cabo para preservar las poblaciones de mariposas en peligro, contribuirá a aumentar el nivel general de preocupación y reconocimiento de la importancia que tienen los «bichos».[430]

Una buena gestión de los aspectos educativos de las reservas, zoológicos y museos requiere, obviamente, buenas dosis de conocimientos especializados. El hecho de que las exposi-

---

[429] R. Pyle, «Conservation of Lepidoptera in the United States», *Biological Conservation* 9:55-75, 1976.

[430] Ibíd., págs. 71-72.

ciones estáticas tengan la oportunidad y posibilidad inmejorables para educar acerca de la dinámica ecología ha quedado demostrado gracias al éxito obtenido por el nuevo Evolution Hall del United States National Museum, debido en gran parte al trabajo del evolucionista John Burns de la Smithsonian Institution. En dicha sala, se encuentra una enorme cantidad de información condensada en una superficie muy pequeña.

Tales esfuerzos educativos públicos son muy necesarios no sólo para facilitar la tarea de establecer y proteger las reservas sino también para extender el mensaje de la diversidad orgánica, así como el hecho de que los esfuerzos conservacionistas no deben limitarse tan solo a los zoos y a las reservas. Pocas veces resulta tan adecuada la famosa sentencia de H. G. Wells: «La historia humana se asemeja cada vez más a una contienda entre la educación y la catástrofe.[431]»

LA CONSERVACIÓN FUERA DE ZOOS Y RESERVAS

Con todas las complejidades e incertezas que encierra la planificación y la gestión de las reservas, así como los problemas políticos que supone establecer y proteger las reservas, es evidente que una tarea fundamental para los conservacionistas debe ser la de asegurarse que las zonas comprendidas entre las reservas no se conviertan en unos desiertos biológicos sino que, por el contrario, puedan contribuir a las funciones propias de las reservas sirviendo como refugios para preservar la diversidad biológica en los niveles inferiores. Será necesaria una mucha mayor revisión general de los actuales usos de la tierra y de los estilos de vida humanos para permitir a las otras especies vivir, con éxito, en las proximidades del *Homo sapiens*.

Muchos de tales principios han sido reconocidos ya y, en algunos lugares, ya han sido puestos en práctica. Entre ellos está el establecimiento de «cinturones verdes» alrededor de las

[431] *The outline of human history*, vol. 2, Macmillan, Nueva York, 1921, página 594.

ciudades, el aprovechamiento forestal de las selvas tropicales húmedas, practicado de forma cuidadosa y *selectiva*, la aceptación de algunas pérdidas entre el ganado y los animales domésticos como consecuencia de la presión ejercida por depredadores y competidores sobre sus pastos, así como el mantenimiento de numerosas motas o parcelas, relativamente intactas, de bosque,[432] setos vivos y comunidades de ribera junto a los cursos de agua para romper la monotonía del paisaje agrícola. Estas últimas prácticas han sido especialmente positivas en algunas zonas de Europa destinadas a mantener un paisaje relativamente rico y variado, así como a conservar la flora y la fauna en una de las zonas más superpobladas del mundo.[433]

No obstante, es necesario intentar la rehabilitación de los ecosistemas allí donde quede tierra baldía, aunque se trate de pequeñas parcelas, para estimularse el retorno a la vegetación nativa, la cual debería, a su vez, ser reaprovisionada de su fauna asociada. Por el contrario, debe desaconsejarse la plantación de

---

[432] R. Forman, H. Galli y C. Leck, «Forest size and avian diversity in New Jersey woodlots with some land use implications», *Oecologia* 26:1-8, 1976.

[433] Comúnmente se oye decir que Europa no está superpoblada; los no iniciados citan el caso de la próspera Holanda, con una densidad de población cercana a los 900 habitantes por milla cuadrada para «demostrar» su aserto. En la literatura técnica esto se conoce como la «falacia holandesa» (P. Ehrlich y J. Holdren, «Impact of population growth», Science 17:1212-1217, 1971). El hecho es que Europa en general, y Holanda en particular, pueden mantener densidades de población tan elevadas como las que tienen sólo porque el resto del mundo está menos poblado. Holanda ocupa el segundo lugar, detrás de Dinamarca, por lo que a importación de proteínas y de otros artículos cruciales procedentes del resto del mundo se refiere. Si se construyera una barrera impermeable alrededor de Holanda (o de Europa) bien pronto resultaría evidente el verdadero problema de la superpoblación. De manera similar la noción de que buena parte de Estados Unidos están «vacíos» o «poblados de forma dispersa» tal como frecuentemente se puede escuchar en los mass-media (por ejemplo, George Wills en *Agronsky and Company*, PBS, 11 de mayo de 1980; Tom Brokaw, *Today*, NBC, 12 de mayo de 1980) ignoran la cuestión capital de que es la *disponibilidad de los recursos* y los *límites ambientales* y *no* los habitantes por unidad de superficie los factores a tener en cuenta a la hora de valorar la superpoblación de una zona.

céspedes o «cubiertas vegetales» exóticas sobre grandes extensiones. El crecimiento de la vegetación nativa debe ser promovido a lo largo de los márgenes de vías férreas, autopistas y líneas eléctricas en un grado compatible con la seguridad viaria y que permita mantener despejada la superficie de los raíles o del asfalto, así como las líneas de alta tensión. El uso de herbicidas para la limpieza indiscriminada de tales lugares debe prohibirse y en su lugar debería establecerse la práctica de procedimientos más precisos, aunque su costo inmediato sea superior. La imagen pública de lo que es o debe ser un ecosistema ideal debe cambiar hasta parecerse a los cuidados céspedes de un campo de golf, salpicados ocasionalmente por algunos árboles «individuales» y enmarcados por arriates de flores dispuestos regularmente hasta llegar a conseguir un aspecto más complejo y variado, como es el caso de las comunidades naturales.

Igualmente debería detenerse de inmediato cualquier nuevo intento de canalizar o dominar con hormigón cualquier curso de agua. Dichos cursos fueron, y deben volver a ser, lugares apropiados para las comunidades naturales, tanto en las zonas urbanas como en las rurales. La canalización y la domesticación con hormigón ocasionan la destrucción de la flora y la fauna naturales tanto en la propia corriente como en las riberas. La destrucción de las comunidades de ribera —como cualquier experimentado pescador de caña puede explicar— tiene efectos secundarios sobre los organismos de la propia corriente. La pérdida de la vegetación de los márgenes produce una erosión acelerada del suelo y el abarrancamiento de las zonas adyacentes, de modo que la capacidad de autodepuración de la corriente se ve perjudicada, cuando no arruinada, por la presencia de los aluviones, al mismo tiempo que desaparece con el ecosistema ribereño una valiosa reserva de agentes de control de plagas (aves, insectos depredadores, etc.). Las justificaciones que se suelen esgrimir para convencer de la necesidad de la mayoría de programas de «mejora de ríos» raramente resultan apre-

miantes, a menos que se considere como un trabajo a desempeñar por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército o por una variedad de empresas constructoras.[434]

Asimismo, se debería tener en cuenta que vivir en zonas inestables, próximas a las fallas sísmicas, o en las laderas de volcanes activos y llanuras de inundación es realmente peligroso.

Estas ideas no suponen una oposición a todo tipo de desarrollo, sino que ponen de manifiesto que muchas actividades importantes, como, por ejemplo, la edificación de fábricas y viviendas, líneas férreas y autopistas, la agricultura y la ganadería conllevan la destrucción total, o una drástica modificación de los ecosistemas. En muchos casos estas actividades continúan incluso, desafortunadamente, en zonas en las que no son básicamente necesarias. Sin embargo, parte del daño realizado puede y debe ser compensado con esfuerzos conscientes, que aseguren que las áreas no directamente requeridas para actividades humanas importantes puedan ser restauradas, según los casos, hasta alcanzar las condiciones iniciales. Estos esfuerzos deberían incluir leyes estrictas que se apliquen rigurosamente, y que reduzcan al mínimo la utilización de vehículos ORV y limiten la utilización de insecticidas y herbicidas. Y, por encima de todo, es necesario disponer de programas de educación del público en general, que son de vital importancia para la preservación de la diversidad biológica.

La conservación de la diversidad de las pluvisilvas

Se debería dedicar especial atención al método de conservación de la diversidad de las pluvisilvas tropicales más allá de parques y reservas, por lo crucial que resulta esa diversidad para el futuro de la humanidad. Será necesario una cuidadosa planificación e investigación para determinar cuáles son las

---

[434] . J. R. Karr y J. G. Schlosser, «Water resources and the land-water interface», *Science* 201:229-234, 1978.

mejores formas de utilización de áreas con distintos tipos de suelos, distintos regímenes climáticos y biotas diferentes. Lo que es adecuado para determinadas zonas de la Amazonia, donde los suelos son ricos como consecuencia de las inundaciones anuales, por ejemplo, puede ser totalmente inapropiado para otras zonas, extensísimas, de selvas que no sufren aquellas avenidas, la denominada por dicho motivo *térra firma* y que supone alrededor de 90% de aquella cuenca.[435] La pequeña parte de suelos inundables puede proporcionar grandes producciones bajo un régimen de agricultura convencional igual que pueden hacerlo algunas pocas áreas de suelo procedente de la más elevada *terra firma,* pero la mayoría de la tierra de la Amazonia no es adecuada para el cultivo prolongado.

Las operaciones agrícolas en las regiones de pluvisilva deben ser llevadas a cabo con un mayor cuidado que en las zonas templadas si lo que se pretende es obtener sistemas sostenibles a largo plazo.[436] Actualmente se tala la selva para obtener más tierras en lugar de intentar mejorar las producciones en aquellas zonas ya cultivadas con el mismo fin. La tala a menudo cuenta con el apoyo de los terratenientes que temen que la reforma agraria pueda dividir sus inmensas haciendas. En América Central se utilizan grandes áreas de tierras ricas y elevadas para que paste el ganado vacuno, lo cual beneficia a relativamente poca gente y supone una subutilización del suelo. En cambio, el cultivo de estas tierras tan buenas podría aliviar la

---

[435] Véase, por ejemplo. J. Pires y G. Prance, «The Amazon forest: A natural heritage to be preserved», en G. Prance y T. Elias, *Extinction Is Forewer,* New York Botanical Garden. Nueva York. 1977, págs. 158-194. Este artículo contiene mapas de las reservas brasileñas de selva virgen, actuales y previstas. Véase también H. Irwin, «Corning to terms with the rainforest», *Gardens* (New York Botanical Garden) 1:29-33, 1977.

[436] D. Danzen, «Tropical agroecosystems». *Science* 182:1212-1214, 1973. Otros aspectos de las dificultades de la agricultura en las zonas de pluvisilva tropicana pueden encontrarse en A. Gómez Pompa, C. Vázquez Yanes y S. Guevara. «The tropical rain forest: A nonrenewable resource», *Science* 177:762-765, 1972; y en J. Parsons. «Forest to pasture: Development or destruction», *Rev. Biol. Trop.* 24 (supl. 1) 121-128, 1976.

presión que actualmente existe sobre las tierras marginales y las selvas.[437]

De modo similar, las abundantes extensiones de cultivo arruinadas, así como las sabanas degradadas pueden ser utilizadas para plantar arboledas de pinos y eucaliptus, lo que permitiría aminorar la necesidad de nuevas talas de selva virgen con el fin de obtener madera. La utilización de cultivos arbóreos también puede ser estimulada; por ejemplo, el árbol del pan podría ser utilizado como alimento en un grado mayor de lo que es actualmente, puesto que tales árboles constituyen la vegetación natural de muchas zonas tropicales de selva húmeda, y por lo tanto es más probable que puedan ser cultivados durante largo tiempo sin necesidad de emplear fertilizantes u otras técnicas «modernas de gestión».[438] Además, el cultivo estable de maderas duras tropicales en determinadas zonas es realmente necesario y puede llevarse a cabo fácilmente. Tal como dice el botánico Willem Meijer, «El mundo no puede vivir sólo de pulpa, la madera dura tropical de alta calidad también será necesaria en el futuro.[439]»

Es probable que en el futuro tenga lugar una considerable actividad minera en las zonas de pluvisilva, tal como se llevó a cabo en el pasado. Más de quinientas millas cuadradas de terreno en Malasia, por ejemplo, están actualmente ocupadas por las escorias procedentes de las minas de estaño.[440] En las áreas boscosas tropicales no suelen existir problemas de disponibili-

---

[437] G. Budowski, «A strategy for saving the wild plants: Experience from Central America», en Prance y Elias, op. cit., págs. 368-373.

[438] W. Clarke, «Maintenance fo agriculture and human habitats within the tropical forest ecosystem», *Human Ecology* 4:247-259. 1976. Este artículo contiene asimismo una interesante discusión del tema de la agricultura itinerante.

[439] «A new look at the plight of tropical rain-forests». *Environmental Conservation* 7:203-206. 1980. Véase también E. G. Benya y M. Zuliani. «Saving tropical forests», *BioScience* 30:724-725, 1980.

[440] R. Aiken y M. Moss, «Man's impact on the tropical rainforests of peninsular Malaysia: A review», *Biological Conservaron* 8:213-229, 1975.

dad del agua necesaria para la restauración de las zonas de escombreras y ésta es una razón para pensar que si se procede con cuidado, la alteración producida por la práctica minera puede ser mantenida, en los trópicos húmedos, dentro de unos límites razonables.

Pero lo que resulta más urgente es definir dónde es preciso establecer reservas antes de que sea demasiado tarde y determinar asimismo, y de forma por lo menos apromixada, cuál es la mejor utilización de las zonas comprendidas entre las reservas, tanto desde el punto de vista del beneficio de la humanidad como de la preservación de la diversidad orgánica. Algunas investigaciones en este sentido ya se han puesto en marcha. Por ejemplo, el proyecto brasileño Radar para el análisis de la cuenca del Amazonas utiliza sistemas de sensores de radar remotos aerotransportados, en combinación con la inspección sobre el terreno. Fruto de dicho proyecto es la confección, por primera vez, de mapas que muestran las características del suelo, la geología básica, los tipos de selva y los potenciales recursos agrícolas de la Amazonia. Sobre este proyecto se ha comentado que «ofrece la posibilidad de planificar el desarrollo económico de un continente antes de que comience».[441]

La tarea de catalogar, simplemente, la flora y la fauna tan sólo ha empezado, eso si no se tiene en cuenta el desciframiento de las intrincadas relaciones existentes en el seno de los ecosistemas tropicales. Una selva virgen de los trópicos húmedos contiene suficientes misterios y problemas para intrigar a todo un pequeño ejército de biólogos durante siglos, sin considerar la abundancia de material que supondría en el caso de que el *Wild Kingdom o* el *National Geographic* lo incluyeran en sus artículos.

---

[441] A. Hammond, «Remóte sensing (11): Brazil explores its Amazons wilderness», *Science* 196:513-515, 1977.

La rehabilitación de los ecosistemas

Una vez que un ecosistema ha sido alterado, ya sea por causas naturales o humanas, nunca podrá ser restaurado hasta su exacto estado previo. Por ese mismo motivo, y puesto que los organismos individuales crecen continuamente y las poblaciones evolucionan asimismo ininterrumpidamente, es imposible estar dos veces en el mismo ecosistema. No obstante, no todos los ataques causados a los ecosistemas presentan el mismo grado de irreversibilidad. Una pequeña zona talada en una selva tropical húmeda sufrirá una serie de cambios, una sucesión, y revertirá automáticamente otra vez en su estadio clímax si no vuelve a ser alterada. Sin embargo, si la tala afecta a una superficie mayor la zona puede entrar en una espiral de degradación que puede incluir el deterioro del suelo, lo cual impedirá de forma eficaz el restablecimiento de la selva a menos que se realicen ímprobos esfuerzos, y aún así la restauración puede resultar imposible. De este modo, por ejemplo, la destrucción de una parte sustancial de la cuenca del Amazonas, produciría tales cambios climáticos que podrían impedir completamente la reinstauración de la selva.

La irreversible y definitiva perturbación de un ecosistema repercute, por supuesto, en las especies que lo componen, ya que mientras existan poblaciones genéticamente apropiadas hay esperanza. Por este motivo, es francamente conveniente para la humanidad restaurar, lo antes posible, los ecosistemas dañados para evitar que se pierdan para siempre otros de sus componentes básicos.

Naturalmente, el primer paso que debe darse en la restauración de cualquier zona hasta un estado más o menos natural es eliminar cualquier causa que contribuyera a dañarlo. Así, por ejemplo, un requerimiento básico necesario para devolver muchas islas a su estado original, en la medida de lo posible, debería ser la retirada de las cabras u otros herbívoros introducidos en las mismas, de la misma manera que si determinadas zonas boscosas templadas deben retornar a su condición clímax

primitiva, no sólo se deberá cortar la explotación maderera sino que será preciso controlar la lluvia ácida.

Desafortunadamente, el estado de la investigación científica acerca de los procesos de rehabilitación de los ecosistemas es aún más rudimentario que el estado del conocimiento de los propios ecosistemas. Es evidente, sin embargo, que de la misma manera que algunos ecosistemas pueden ser dañados mucho más rápidamente que otros, algunos también pueden ser rehabilitados más rápidamente.[442] En este sentido los ecosistemas acuáticos parecen ser bastante moldeables. Por ejemplo, el lago Washington, en la zona de Seattle, mostró, a finales de la década de los cincuenta, signos de una grave eutrofización como consecuencia de las actividades humanas. Los habitantes de la zona se pusieron de acuerdo y aprobaron, en 1958, un nuevo sistema de alcantarillado que desviaba las aguas ricas en fertilizantes que hasta entonces iban a parar al lago. Una vez puesto en práctica dicho plan, la recuperación fue rápida, y entre 1963 y 1974 el agua se volvió más clara, las perniciosas poblaciones de cianofíceas decrecieron al tiempo que el salmón de dorso azul aumentó su población.[443]

Una historia feliz parecida a la anterior es la del estuario del Támesis en Inglaterra. En 1620, el obispo de Londres ya consideraba que el Támesis debería ser limpiado, mientras que hace unos ciento cincuenta años otro observador escribió:

«El río Támesis (está) impregnado de toda suerte de inmundicias procedentes de Londres y Westminster, siendo los excrementos humanos la parte menos ofensiva de dicha porquería,

---

[442] J. Cairns, Jr., J. Stauffer, Jr., y C. Hocult, «Opportunities fo maintenance and rehabilitation of riparian habitats: Eastern United States» en R. Johnson y J. McCormick, eds., *Strategies for Protection and Management of Floodplain Wetlands and Others Riparian Ecosystems,* U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, D.C., GTR-WO-12, 1979.

[443] W. Edmonson, «Recovery of Lake Washington from eutrophication», en J. Cairns, Jr., K. L. Dickson y E. Herricks, eds., *The Recovery and Restoration of Da- maged Ecosystems;* University Press of Virginia, Charlottesville, 1977, páginas 102-109.

que se compone de toda clase de drogas, minerales y venenos utilizados en la mecánica y en la manufactura, enriquecidos con los cuerpos en descomposición de animales y del hombre, y mezclados con los efluvios y emanaciones de los albañales, muladares y otros servicios públicos.[444]»

A pesar de todo ello, parece que, durante el siglo XVIII, el Támesis seguía siendo un buen río pesquero, mientras que en el siglo XIX, y debido a la instalación de numerosas «toilettes», el flujo de aguas residuales aumentó de tal modo que alrededor de 1850 cesó toda práctica pesquera comercial. Sólo las anguilas conseguían sobrevivir en los tramos más contaminados del río, una vez las aves acuáticas y otros animales ribereños hubieran emigrado. Aproximadamente un siglo después, hacia finales de la década de los cincuenta, se iniciaron los primeros pasos para reducir la carga de contaminación del río y desde entonces la calidad de sus aguas ha ido en aumento, a lo cual siguió, en un plazo de más o menos una década, una destacada recuperación ecológica del estuario y del río. En 1977, el río albergaba crecientes poblaciones de unas noventa especies de peces, entre las cuales se encontraban solías, truchas, percas, abadejos, caballas, mújoles e incluso salmones, así como una variedad de invertebrados y grandes cantidades de patos y aves silvestres.[445]

En el otro extremo del abanico con respecto a estos sistemas acuáticos tan elásticos, se ha calculado que la recuperación plena de una pluvisilva tropical talada, puede tardar unos mil años.[446] Sin embargo, es otro sistema acuático el que probablemente necesita un mayor tiempo de recuperación. John Cairns

---

[444] Tobías O. Smollett en *Humpry Clinker*, citado en A. Gameson y A. Wheeler, «Restoration and recovery of the Thames estuary», en Cairns et al., óp. cit., pág. 73.

[445] Gameson y Wheeler, loc. cit.; T. Holloway, «Back from the dead: The restoration of the River Thames», *Environment*, junio 1978.

[446] P. Opler, H. Baker y G. Frankie. «Recovery of tropical lowland forest acosystems» en Cairns, et al., óp. cit.

del Center for Environmental Studies del Virginia Polytechnic Institute lo explica:

> Parece muy probable que los vastos ecosistemas oceánicos sean bastante frágiles... y estén protegidos primariamente por su propia vastedad y la consiguiente dilución de cualquier material potencialmente deletéreo. Si un océano entero llegara a ser dañado, produce vértigo pensar en el tiempo que sería necesario para su recuperación, especialmente porque muchos de sus organismos son muy vulnerables al cambio, y, presumiblemente, no fueran capaces de resistir los rigores de la colonización de nuevas áreas lejos de su hábitat original.[447]

Esto debería hacer reflexionar a las personas que emplean el océano como un pozo para desperdicios con capacidad infinita. Los arrecifes de coral de Kaneohe Bay, en Hawái, han empezado a recuperarse desde que las aguas de albañal no son vertidas allí, pero si la polución de los océanos aumenta, la recuperación de tales sistemas puede necesitar más tiempo del adecuado para el interés de la humanidad.

Asimismo, es posible aumentar la diversidad orgánica por medio de una mejora artificial de los ecosistemas. Por ejemplo, el incremento de la complejidad estructural del fondo del océano puede originar zonas de mayor diversidad de especies. La construcción de arrecifes artificiales de cemento armado para la investigación científica en zonas arenosas, tanto en la Gran Barrera arrecifal de Australia como en las americanas islas Virgin, ha documentado de forma bastante minuciosa esta cuestión.[448] Los pescadores aprendieron esto mismo hace mucho tiempo, y a menudo han depositado chatarras procedentes de viejos automóviles, u otros trastos viejos, en el fondo del océano para incrementar sus capturas. Básicamente, y como es

---

[447] «Waterway recovery», *Water spectrum*, otoño, 1978, pág. 28.

[448] Véase, por ejemplo, J. E. Randall, «An analysis of the fish populations of artificial and natural reefs in the Virgin islands», *Caribbean Journal of Science* 3:31- 47, 1963. F. H. Talbot, B. C. Russell y G. R. V. Anderson, «Coral reef fish communities: Unstable, high-diversity ecosystems». *Ecological Monographs* 48:425-440, 1978.

obvio, los arrecifes artificiales proporcionan protección frente a los depredadores submarinos, la cual es necesaria para la supervivencia de determinadas especies. El biólogo australiano Barry Russell ha podido demostrar que el número de babosas de dientes de sable (los pequeños y enérgicos depredadores tratados en el capítulo 1) están limitados por el número de agujeros disponibles. Para ello fue añadiendo bloques de cemento, con agujeros previamente excavados, al arrecife, con lo cual comprobar que el número de peces babosa aumentaba tan pronto se les proporcionaban más refugios artificiales.

De manera similar, los hábitats artificiales pueden contribuir a aumentar la diversidad de especies presentes en los ecosistemas terrestres. Por ejemplo, los nidos artificiales pueden colocarse para incrementar el éxito de las nidificaciones y la densidad de las poblaciones de diversas especies ornitológicas.[449] Millones de personas han hecho lo mismo instalando palomares en sus patios o azoteas, en las ciudades y en sus inmediaciones.

Sin embargo, la mejoría artificial de muchos de tales ecosistemas decae en cuanto el hombre deja de actuar.[450] A medida que se conozcan más cosas acerca de los ecosistemas es posible que se encuentre la manera de mejorar su diversidad y de reducir al mismo tiempo la intensidad de los cuidados necesarios para mantener el nivel más alto posible.

Un sistema tan simplificado, como puede ser la plantación de árboles o césped es, de ordinario, muy inestable o incapaz de desempeñar la mayoría de las funciones de un auténtico ecosistema, o ambas cosas a la vez. Las alamedas plantadas, los cultivos de cocoteros, los campos de golf y los céspedes pre-

[449] Véase S. Temple, óp. cit., Parte II.

[450] Los arrecifes artificiales pueden servir también como puntos de anclaje para los corales, formando el núcleo alrededor del cual se desarrolle un arrecife natural.

sentan relativamente poca diversidad y normalmente son sustitutos completamente inadecuados de los sistemas naturales a los que reemplazan.

La conservación de la diversidad humana

Las personas son por definición componentes de los ecosistemas y puede argumentarse que la conservación de su diversidad es un objetivo importante de cara al mantenimiento de la diversidad de los otros organismos.[451] Los pueblos indígenas tienen a menudo extensos conocimientos acerca de los usos médicos de los otros organismos. Los hawaianos conocían, por ejemplo, la actividad anticancerosa de los fluidos corporales de determinados gusanos marinos, una actividad confirmada en experimentos de laboratorio. De modo que la conservación de las distintas culturas humanas puede permitir a la sociedad el acceso al conocimiento popular que de otro modo podría perderse. Este conocimiento aumentará los beneficios que pueden derivarse de determinadas especies y en consecuencia estimulará también los esfuerzos para su conservación.[452]

Además, se debe tener en cuenta que los secretos del éxito para una ocupación duradera de la tierra no pertenecen por completo a la cultura occidental. Quizás una cultura nativa americana puede arrojarnos alguna definitiva luz acerca de cómo vivir dentro de los límites impuestos por los ecosistemas naturales en lugar de intentar su conquista, como sugiere la siguiente cita de una carta, de 1855, del jefe Sealth, de la tribu de los Duwamish, del estado de Washington:

---

[451] Esta sección está basada, en parte, en P. Ehrlich. «Diversity and the stady State» en J. Comer, ed. *Quest for a Sustemable Society*, en prensa. Una versión modificada de este artículo fue publicada, con el título de «Variety is the key to life», en *Technology Review*, marzo-abril, 1980.

[452] George N. Appell, «The pernicious effects of development», *Fields Within Fields*... nº 14, invierno de 1975.

Cada pedazo de esta tierra es sagrado para mi gente. Cada aguja brillante de pino, cada ribera arenosa, cada niebla en los bosques oscuros, cada claridad y zumbido del insecto es santo en la memoria y vivencias de mi gente... el hombre blanco... es un extraño que viene de noche y nos arrebata la tierra, donde quiera que la necesite. La tierra no es su hermana sino su enemiga y cuando la ha conquistado se retira de allí, olvidando tanto la sepultura de su padre, como el lugar de nacimiento de su hijo... Todas las cosas comparten el mismo hálito, las bestias, los árboles y el hombre. El hombre blanco parece no notar el aliento del aire que respira. Como un agonizante de muchos días, está aterido para olfatear... ¿Qué es el hombre sin las bestias? Si todas las bestias se fueran, el hombre moriría de un gran abatimiento de su espíritu. Cualquier cosa que les pase a los animales le pasará también el hombre. Todos los seres están relacionados. Cualquier cosa que acontezca a la tierra, acontecerá también a sus hijos... A los blancos les puede suceder pronto, quizás antes que a otras tribus. Continúen contaminando su cama y se sofocarán una noche en sus propios desperdicios. Cuando todos los búfalos sean exterminados, todos los caballos salvajes domados, los recónditos rincones del bosque oprimidos por la pestilencia de muchos hombres y la vista de las colinas a la sazón mancillada por los hilos del telégrafo, ¿dónde estará la espesura? Se habrá ido. ¿Dónde estará el águila? Se habrá ido. Y qué es, sino, decir adiós a la veloz jaca y a la caza: el fin de la vida y el comienzo de la supervivencia.[453]

Se pueden hacer muchas cosas para contribuir a preservar la diversidad cultural, pero una de ellas tiene un particular interés para el ser humano. En el proceso de establecimiento de reservas se pueden realizar esfuerzos que tiendan a preservar a las gentes indígenas junto con sus hábitats naturales. Por ejemplo, las culturas del Amazonas están siendo rápidamente destruidas por el avance de la dominante cultura occidental. El proceso ha sido tanto directo, por medio de la esclavitud y el

[453] De una carta, escrita en 1855, y dirigida al presidente Franklin Pierce, en relación a la compra de las tierras de su tribu, reimpresa en *Greenpeace Chronicles*, septiembre de 1979. El nombre de Seattle, que se levanta en medio del territorio de los Duwamish, es una corrupción del nombre del jefe Sealth.

asesinato, como indirecto, mediante la destrucción de hábitats, lo cual constituye un rasgo familiar del comportamiento de la cultura humana hacia las otras especies. Desde 1900 el número de tribus indias viviendo libremente en la cuenca brasileña del Amazonas ha descendido desde 260 hasta 143, menos de diez de las cuales llegan a contar mil individuos. Unas veintiséis tribus fueron destruidas durante la pasada década, y unas 30.000 personas fueron desplazadas o muertas. La mayoría de las tribus que aún existen están compuestas por un único puñado, menguante, de sobrevivientes, que constituyen la estremecedora reserva de la cultura de su tribu.

Pero, ¿cómo pueden ser salvadas las culturas indígenas que aún subsisten? ¿Es de suponer que cada área ocupada por una tribu debería convertirse en una reserva inviolable? Un plan similar ha sido propuesto para salvar la famosa tribu de los Yanomamo, del noroeste del Brasil en una zona de más de 50.000 millas cuadradas, y lo cierto es que es posible que se establezcan ésta y otras reservas, de acuerdo con la nueva actitud que se respira en Brasil, hacia la Amazonia.[454]

Lo que sí parece cierto, desafortunadamente, es que las pocas tribus «primitivas» que subsisten, sufrirán, en el mejor de los casos, una considerable aculturación, e incluso, en el peor de los casos, sus culturas pueden desaparecer por completo si no se toman soluciones drásticas, puesto que todas tienen, como mínimo, algún contacto con la cultura dominante. A pesar de la nueva actitud brasileña, favorable a la preservación de la Amazonia, el comentario realizado por el ministro del interior, Mauricio Rangel Reis, resume la situación: «La idea de preservar las poblaciones indias dentro de sus propios hábitats es muy bonita, pero no es realista.[455]»

---

[454] C. Holden, «Park is sought to save Indian tribe in Brazil». *Science* 206:1160-1162. 1979.

[455] La cita y el número de tribus son de G. Hawrylyshyn. «No match for progress», *International Wildlife*, marzo-abril, 1976.

DE LA TÁCTICA A LA ESTRATEGIA

Las ideas «bonitas» tienen poco poder para resistir el «realismo» del mundo actual. Por este motivo el intento de llevar a la práctica las tácticas conservacionistas discutidas en este capítulo, nunca resultará suficiente por sí solo si no va acompañado de una estrategia global.[456] Los asaltos sufridos por el pez babosa y el albarrán acicalado y, por encima de todo, por las especies de las selvas tropicales constituyen un símbolo de lo que puede suceder en el futuro. Si el «realismo» del expansionismo económico actual persiste, se aflojarán demasiados tornillos de la cosmonave y toda la humanidad quedará atrapada por el cataclismo consiguiente. Si el curso de la sociedad no cambia, cada población, cada especie, cada zoo y cada seto seguirán la senda de alguna versión, industrial o política, del «progreso». Tal como se señala en el capítulo 1, existiría un equivalente de la presa de Tellico para cada organismo silvestre y para cada familia o grupo humano cuya tierra y cuya cultura fuera considerada poco importante por quienes tienen el control de las excavadoras.

Las tácticas conservacionistas, es decir, las batallas dedicadas a la salvación de especies individuales o al establecimiento y mantenimiento de reservas, son importantes porque permiten ganar tiempo y contribuyen a retrasar los desastres futuros. Lo realmente necesario es una *estrategia* que permita preservar la diversidad orgánica, y que puede estar en las cinco Reglas de Oro de la Conservación:[457]

1. En la conservación sólo existen defensas o retiradas exitosas, nunca verdaderos avances; una vez destruidos, una especie o un ecosistema jamás pueden ser restaurados.
2. El crecimiento sostenido de la población humana y la conservación son básicamente incompatibles.

---

[456] Esta sección se basa, en parte, en P. Ehrlich, «The strategy of conservation, 1980-2000», en Soulé y Wilcox, óp. cit.

[457] Basado en ibíd., pág. 338.

3. Un sistema económico maniaco del crecimiento y la conservación son, también, básicamente incompatibles.
4. La noción de que sólo los objetivos a corto plazo y el inmediato bienestar del *Homo sapiens* deben ser considerados a la hora de tomar decisiones morales acerca del uso de la tierra es una noción letal, no sólo para los organismos no humanos, sino también para la humanidad.
5. Los argumentos acerca del derecho a la existencia de las formas de vida no humanas, o acerca de su valor estético e interés intrínseco, así como las llamadas a la compasión de alguna especie caen actualmente, y casi siempre, en saco roto. Hasta que las actitudes éticas no evolucionen, la conservación debe ser promovida como un asunto de bienestar humano y, a la larga, de supervivencia para la misma especie.

La nueva estrategia debe ser incondicional, una estrategia que aspire a transformar la sociedad en su conjunto, desde una que asalta principalmente a los sistemas ecológicos hasta otra que vela automáticamente por ellos. Es una estrategia que será considerada poco realista o impracticable por la mayoría de la «gente práctica». La ironía está, por supuesto, en que no se puede hacer nada *menos práctico* para la sociedad que dejar que la cosas sigan su presente curso.

10. LA ESTRATEGIA DE LA CONSERVACIÓN

Lo primero que debe hacerse es elaborar un dossier sobre la economía de la estabilidad pacífica. La «economía vigorosa y en crecimiento» por la que abogan todos nuestros líderes no es posible en una tierra de tamaño fijo y el continuar intentando su puesta en práctica es la amenaza básica de la paz.

DAVID R. BROWER,
Not Man Apart, mayo 1980

Las tácticas básicas de la conservación son relativamente simples, ya que consisten en establecer numerosas, grandes y convenientemente emplazadas, reservas en todo el mundo y gestionarlas adecuadamente (así como a las especies que integran). Si estas tácticas pueden ser llevadas a la práctica con éxito, el empobrecimiento biológico podría ser detenido. Pero, ¿cómo deben movilizarse los recursos políticos, económicos y psicológicos de la humanidad para que sea posible esta victoria final? Desafortunadamente, la biosfera está enferma debido a la sobreexplotación aquí, a la destrucción de hábitats, y a la lluvia ácida. El enemigo está constituido por cualquier actividad humana, así que la crisis es terriblemente mundana, pero terriblemente seria. A menos que se tomen pronto las medidas apropiadas para preservar las plantas, los animales y los microorganismos terrestres, la humanidad se verá enfrentada a una catástrofe tan seria como una guerra termonuclear global.

Es necesaria una estrategia para la transformación de la sociedad que logre cambiar la rápida aceleración actual de las extinciones en desaceleración. La transformación debe ser universal ya que son las actividades cotidianas de los seres humanos las que más ponen en peligro a los otros organismos, es decir, las formas en que la gente amenaza los sistemas naturales en el transcurso de los procesos de obtención de alimento,

vestidos, refugio y otros bienes. La naturaleza de dicha transformación hacia una sociedad *sostenible* ha sido el tema de una serie de libros de reciente aparición[458]. Puede decirse una sociedad sostenible será aquélla que pretenda vivir dentro de los límites ambientalmente impuestos en lugar de crecer continuamente con el inútil objetivo de conquistar la naturaleza. En este capítulo se ofrece un resumen de dicha estrategia, que permitirá enfatizar la convicción de que, igual que sucede con muchos otros problemas con los que se enfrenta la humanidad, el problema de la extinción no podrá ser resuelto sólo con ajustar el sistema sociopolítico.

CONTROL DE NATALIDAD

Detener el crecimiento de la población humana, tan rápidamente como sea posible, e iniciar un declive gradual hacia un nivel de modo permanente es esencial si se desea que sobrevivan las poblaciones de la mayoría de las especies han de tener la posibilidad de persistir; las leyes de la biología afectan tanto al *Homo sapiens* como el gato de Iriomoto o la mariposa ajedrezada de Edith. El género humano comparte la munificencia de la energía solar, así como el espacio y otros recursos de la tierra, con millones de otras especies. Por lo tanto, deben establecerse reservas, destinadas a albergar a determinadas especies, en lugar de habilitarlas como zonas de recreo para el ser humano. Este sacrificio redunda, en última instancia, en interés de la humanidad y en especial en el de las generaciones venideras.

Afortunadamente la noción de que «cualquier causa es una causa perdida si no se mantiene un control de la natalidad» es

---

[458] Una visión esquemática y una introducción a la bibliografía puede encontrarse en P. R. Ehrlich, A. H. Ehrlich y J. P. Holdren *Ecoscience: Population, Resources, Environment*, W. H. Freeman, San Francisco 1977. Véase también la nota n° 465.

actualmente aceptada comúnmente, incluso por aquellas personas que no son conscientes del problema de la extinción. Así pues, la medida que la incompatibilidad entre el crecimiento continuado de la población humana y la supervivencia de las demás especies se resulta patente, se podrá dar un mayor ímpetu a los esfuerzos para el control de la natalidad. Aunque el control del número de los seres humanos —y su reducción hasta un número permanentemente sostenible sin deterioro de los ecosistemas— es absolutamente necesario, esto no será suficiente. Incluso una población mundial de dos mil millones de personas, lo cual es menos de la mitad de la población actual, puede fácilmente aflojar los suficientes «remaches» como para destruir la civilización. No se trata sólo del número de personas sino también del modo en que vivan ya que en función de esto último su impacto sobre los ecosistemas puede ser muy variable[459]. Las actividades cotidianas de las personas deben alterarse de modo que no continúen originando una continua erosión de la diversidad orgánica.

CRECIMIENTO ECONÓMICO

El gran economista Alfred Marshall definió su disciplina como «El estudio del género humano en el ordinario quehacer de la vida». En consecuencia, si las actividades humanas deben cambiar, la reforma del sistema económico es el principal reto que se debe afrontar de cara al establecimiento de una sociedad sostenible.

Si existe algo característico de nuestra era es el liderazgo de los valores económicos. La búsqueda de la igualdad, la justicia, la piedad, la paz, el confort o la elegancia tienden en su totalidad a adoptar una función subsidiaria frente a la adquisición de riqueza o al estímulo para aumentar el producto nacional bruto. Este desequilibrio, que pocas personas cuestionan,

---

[459] P. R. Ehrlich y J. P. Holdren, «Impact of population growht», *Science* 171:1212-1217, 1971.

se justifica identificando riqueza material con bienestar. No obstante, es evidente que, una vez alcanzado un cierto nivel de placidez, la relación entre riqueza y bienestar se vuelve débil, en el mejor de los casos, o, en el peor, se trastoca[460].

La búsqueda de riqueza como fenómeno de masas presenta un desarrollo histórico muy reciente, ya que sólo tiene tres siglos de antigüedad[461]. Dicha búsqueda constituye la razón fundamental por la que el *Homo sapiens* constituye la amenaza actual para la existencia de las otras especies. En tan pocos siglos (un mero parpadeo en la escala de tiempo de la evolución biológica), un sistema económico que tiene el crecimiento material como objetivo primario ha pasado a constituir el rasgo central de la cultura humana. Este sistema económico ha resultado útil a muchas personas, pero sus beneficios se han visto acompañados de graves costos. En los siglos XVIII y XIX se llevaron a cabo enormes sacrificios para hacer posible la inversión de capitales sobre la que pudo haberse edificado una sociedad más próspera. Estos sacrificios, realizados casi por completo a costa de las clases sociales más pobres de la sociedad, permitieron la revolución industrial, la cual, a su vez, otorgó a la humanidad una capacidad sin precedentes para explotar los recursos de la tierra, lo que a su vez causó, inintencionadamente, nuevos e ingentes costes mediante el asalto de los ecosistemas naturales[462].

---

[460] Véase Ehrlich y Holdren. *Ecoscience*, capítulo 14, así como L. C. Thurow. *The Zero-Sum Society*, Basic Books, Nueva York, 1980, págs. 198 y ss.

[461] R. L. Heilbroner, *The Worldly Philosophers*, 5ª edición, Simón and Schuster, Nueva York, 1980.

[462] Estos costos son denominados externos por los economistas, porque son costos de una actividad que repercuten en otros distintos a la empresa que la realiza. Un enfoque habitual de la economía neoclásica consistiría en «internalizar» tales costos externos de los problemas de la contaminación, haciendo que la empresa soporte *todos* los costes de la actividad. Este hecho, desafortunadamente, resulta imposible en el mundo real porque elevaría enormemente muchos precios, un hecho que muchas veces no es considerado por los economistas neoclásicos.

La revolución industrial, basada en sacrificios desiguales, ha conducido asimismo a una enormemente injusta distribución internacional de la riqueza y el poder, con la consiguiente división del planeta en países ricos y países pobres. Esta división también ha producido la explosión demográfica acompañada de las armas termonucleares. Tanto los beneficios como los costes de dicha revolución están repartidos, actualmente, de forma muy desigual entre las distintas naciones lo cual repercute en una distribución desigual sobre las generaciones. Por ejemplo, los beneficios de la extinción de la paloma migratoria fueron cosechados por las gentes del siglo pasado, mientras que los costes se siguen pagando, y se seguirán pagando por parte de las generaciones venideras, a perpetuidad[463].

El desarrollo económico, independientemente de sus costes y beneficios pasados, está empujando a la humanidad a unos límites físicos y biológicos extremos. Un signo bien claro de dicha presión es el aumento del ritmo de extinciones y el daño resultante del sistema que sostiene la civilización. El aumento continuado del número de personas, que demandan un nivel de riqueza siempre creciente, presenta todos los síntomas de haber sobrepasado ya la capacidad de carga de la tierra por lo que al *Homo sapiens* se refiere[464].

La transformación del sistema económico

Probablemente, el actual sistema económico, orientado al crecimiento, se destruya cuando sea detenido, de grado o a la fuerza, por límites naturales. Es decir, en lugar de conquistar la

---

[463] Los costos que se están pagando actualmente por la extinción de la paloma migratoria pueden considerarse como una «sombra». La suma del precio que cada persona estaría dispuesta a pagar para contemplar las enormes bandadas de aquellas aves o para poder comerse aquellos pichones, o bien para saber que la opción a hacerlo sigue existiendo, sería el coste «sombra» que acompañaría a aquella especie. Mientras existan hombres, cada generación deberá cargar con el mismo coste.

[464] Véase Ehrlich, Ehrlich y Holdrem, óp. cit., especialmente págs. 716-717.

naturaleza, la naturaleza lo conquistará, en cuyo caso la humanidad quedaría sumida en un sistema de desarrollo fracasado[465]. Aunque, por otro lado, lo que sí puede hacerse es una transición, planificada racionalmente, hacia un sistema económico estable, pero autorrenovable. Los problemas que conlleva convertir un sistema basado en el crecimiento perpetuo hasta otro adecuado a una sociedad sostenible serían sustanciales pero solucionables[466]. Obviamente, una transición planificada sería preferible tanto desde el punto de vista de la humanidad como de las otras especies cuyo hogar es la Tierra.

¿Qué obstáculos se oponen a tal transición? El mayor es, simplemente, que la mayoría de quienes toman las decisiones en todas las sociedades no reconocen la urgencia de llevarla a cabo. En parte, ello es debido a que los asesores economistas son completamente ignorantes de sus límites, es decir, creen que si existe algún límite al crecimiento físico se producirá en

---

[465] Los economistas confunden a menudo un período de estancamiento de un sistema económico orientado al crecimiento con lo que debería ser un sistema económico de autorregulación estable (o SSE). Véase, por ejemplo, L. C. Thurow, óp. cit., págs. 115 y ss. Como Herman Daly, el economista líder del sistema económico SSE ha escrito, «Los fallos de una economía de crecimiento no deberían ser usados en contra del SSE. El hecho de que los aviones se precipiten al suelo si intentan mantenerse estacionario en el aire no refleja más que el hecho de que los aviones han sido diseñados para desplazarse. Esto constituye una prueba de que los helicópteros no pueden permanecer estacionarios.» Posdata: algunos malentendidos habituales, así como más información sobre la economía SSE, puede verse en H. E. Daly, ed., *Economics, Ecology and Ethics: Essays Toward a Steady-State Economy*, W. H. Freeman, San Francisco, 1980.

[466] Un primer paso en el diseño de un sistema económico de autorregulación estable ha sido dado por Herman E. Daly, de Lousiana State University. Si la civilización persiste, el nombre de Daly ocupará un lugar en la historia de la economía como el mayor de los economistas del siglo XX. Lo esencial de sus ideas puede encontrarse en su escrito *Steady-State Economics: The Economics of Biophysical Equilibrium and Moral Growth*, W. H. Freeman, San Francisco, 1977. Las ideas contenidas en este libro son fácilmente comprensibles por cualquier persona no técnica. También son muy recomendables sus escritos más recientes (nota 465).

un futuro lejano y constituirá un problema para las generaciones venideras. Estas personas identifican problemas ambientales con «contaminación» y asumen que la gente puede elegir entre vivir con problemas ambientales o sin ellos. Desde su punto de vista, el ambientalismo es, simplemente, «una demanda de más bienes y más servicios (aire limpio, agua pura, etc.) que no difieren de otras demandas de consumo más que por el hecho de que sólo pueden disfrutarse de forma colectiva»[467]. De modo similar, las otras especies son, para ellos, comodidades que la sociedad puede valorar o no, en función de sus deseos[468]. La dependencia de los seres humanos del funcionamiento de los ecosistemas, que a su vez dependen de otras especies, casi nunca entra a formar parte de los cálculos de los economistas[469].

De este modo, los economistas y los políticos que éstos asesoran tienden a comportarse como si el mundo fuera infinito y asumen que los recursos naturales son infinitamente sustituibles por otros[470], ya que ignoran tanto los costes ambientales que comporta efectuar las sustituciones como la geología, la física y la química necesaria para su subsistencia. Incluso, un economista (que aparentemente había leído un viejo libro de alquimia) ha llegado a escribir que «las cantidades futuras de

---

[467] L. C. Thurow, óp. cit., págs. 104-105. Se trata de un libro interesante a pesar de los absurdos puntos de vista de Thurow sobre las cuestiones relacionadas con el medio ambiente y los recursos (que reflejan, simplemente, el estado de la economía actual).

[468] Ibíd., págs. 114-115.

[469] No todos los tratamientos del tema del medio ambiente por parte de los principales economistas omiten completamente este punto. Véase, por ejemplo, J. V. Krutilla y A. C. Fisher, *The Economics of Natural Environments*, John Hopkins University Press, Baltimore, 1975.

[470] H. O. Barnett y C. Morse, *Scarcity and Growth: The Economics of Natural Resources Availability*, John Hopkins University Press, Baltimore, 1963. Este punto de vista continúa siendo absolutamente clásico en economía. Véase, por ejemplo, G. Anders, W. Gramson, y S. Maurice, «Does resources conservation pay?», *IIER Original Paper* nº 14. International Institute of Economic Research. Los Ángeles, 1978.

un recurso natural como el cobre no pueden ser calculadas exactamente a *priori*... porque el cobre puede fabricarse a partir de otros metales»[471].

De modo semejante, la mayoría de los economistas y de las personas que toman las decisiones políticas, no comprenden que la segunda ley de la termodinámica que confiere a los ecosistemas su estructura piramidal también plantea severos límites sobre el conjunto de las actividades humanas[472]. Debido a dichos límites de la termodinámica no es posible, *ni en teoría*, que un sistema económico, que tuviera un comportamiento ambientalmente «perfecto», creciera indefinidamente. Incluso con un sistema económico ecológicamente ideal, el crecimiento continuo podría conducir finalmente a un colapso de los ecosistemas en el que todas las especies, incluyendo la humana, podrían verse envueltas[473]. Por supuesto, el mundo real es im-

---

[471] J. L. Simón, «Resources, population, environment. An oversupply of false bad news», *Science* 208:1431-1435. Que el error, que más bien parece una equivocación propia de un estudiante de ciencias de secundaria, no fue un desliz queda claro por el conjunto de todo el artículo, que podría constituir la pieza central de cualquier «April Fools» de cualquier revista científica.

[472] Ibíd., véase también R. Zeckhauser, «The risks of growth», *Daedalus*, otoño, 1973, pág. 103-178. Un economista bien conocido y autor de un buen libro de análisis político, como Zeckhauser, no puede analizar los riesgos del crecimiento porque no conoce los límites impuestos por la segunda ley de la termodinámica. Él mismo señala: «El reciclado no es la solución para el petróleo, porque la tecnología alternativa de producción de energía nuclear es más barata.» La segunda ley dice que no existe circunstancia alguna en la que el petróleo, como fuente energética, pueda ser reciclada.

[473] La ley dice que todas las actividades del mundo real generan calor. No importa cuánto éxito pueda tener la gente en la limitación de su agresión a los ecosistemas naturales, el asalto calórico siempre quedará y, en igualdad de circunstancias, será proporcional al nivel de la actividad económica. Ninguna innovación tecnológica podrá permitir al *Homo sapiens* escapar de las consecuencias de la segunda ley. Fatalmente todas las especies, entre ellas el hombre, caerán víctimas del *sobrecalentamiento* si el crecimiento económico continúa, incluso en el caso que todos los demás problemas humanos y ambientales se solucionasen. Véase Ehrlich, Ehrlich y Holdren, óp. cit., para más detalles. Para una fantasía acerca de las circunstancias en que se alcanzaría el límite

perfecto, de modo que cada incremento sustancial de crecimiento económico global se cobrará su precio a bases de extinciones de determinadas especies.

Mundo rico, mundo pobre

Si todas las personas llevaran una vida relativamente plácida y la población humana ya no aumentara sería relativamente simple establecer una prescripción general para el problema de la extinción., ya que únicamente consistiría en echar freno al crecimiento material de la economía de forma enérgica. Es necesario no asfaltar más terreno y reurbanizar los barrios pobres. Asimismo no se deben dedicar más extensiones de tierra para la labranza o el pastoreo sino que, cuando sea necesario, se intensificarán los cuidados en las tierras ya dedicadas a la agricultura. No se abrirán más minas sino que se reciclarán y retrabajarán las viejas para compensar las inevitables pérdidas que se producen en el proceso de reciclado. Fabricar cosas durables y no aquéllas de usar y tirar, he ahí el objetivo de la producción. Sustituir la fuerza bruta por la destreza y la innovación tecnológica. Aprender a extraer más y más bienes de cada unidad de energía y de cada kilogramo de material procedente de las minas o del reciclado. Dejar que crezcan aquellos sectores de la economía que puedan hacerlo mientras utilizan cantidades, cada vez menores, de los recursos físicos de la tierra (como se lleva a cabo, actualmente, en la industria de los computadores), y dejar que los otros sectores se debiliten. Todo esto es perfectamente realizable en un sistema democrático y esencialmente capitalista; el requerimiento básico es un plan político que permita limitar el flujo de recursos que entra en el sistema económico, por ejemplo, un sistema de *cuotas de de-*

véase el trabajo del físico John Fremlin «How many people can the world support?», *New Scientist*, 29 de octubre de 1964.

pleción como el que ha sido propuesto por el economista Herman Daly[474]. Con un plan de este tipo en marcha, muchos de los otros pasos necesarios —como el desarrollo de aquellas actividades económicas que utilizan los recursos de forma eficiente y la reducción de aquellas otras que no lo hacen— seguirían casi automáticamente.

Por otro lado, allí donde sea imposible seguir las estrictas reglas arriba indicadas, se debería compensar con la restauración de los ecosistemas. Devolver las tierras marginales y sometidas a sobrepastoreo a la naturaleza, y dejar que la sucesión se imponga. Convertir los aseados y compuestos parques en áreas naturalmente provistas de abundantes especies. Proteger y estimular a cualquier precio el inadvertido pero esencial sector de un sistema económico que prepare a la humanidad para el futuro uso de las funciones de los ecosistemas libres.

Obviamente, aunque la teoría puede parecer simple, su puesta en práctica puede ser compleja[475]. Detener el desarrollo económico material significaría, quizá, condenar a la mayoría de la población mundial a la miseria. Difícilmente puede esperarse que aquellas gentes, que viven en países donde se encuentran la mayor parte de las riquezas biológicas de la tierra, acepten cualquier plan que les conduzca a la miseria. No puede esperarse de los países pobres que adopten una visión a largo plazo y se preocupen por las futuras pérdidas de los ecosistemas. Tal como acertadamente había dicho Gandhi «Algunas gentes son tan pobres que Dios sólo se les puede aparecer en forma de pan». Así pues, la preocupación por los elefantes y los cactus es un lujo al alcance sólo de aquellos que tienen cubiertas sus necesidades básicas[476].

---

[474] Daly, Steady-State Economics, óp. cit.

[475] Por ejemplo, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza ha desarrollado una «World Conservation Strategy». Para una descripción de la misma, véase R. Allen. *How to save the World*, Barnes and Noble, Totowa, N.J. 1980.

[476] Clásicamente la gente pobre desestima el futuro (capítulo 6, nota 130) en mucha mayor medida que los ricos.

El problema que supone la limitación del crecimiento material en un mundo injusto, no es insoluble en la teoría, y ciertamente su solución ya ha sido esbozada[477]. Lo que se requiere es una gran reducción de la agresión que los países ricos están actualmente infringiendo a los ecosistemas, así como una disminución del sobre- desarrollo. Todo esto iría ligado al desarrollo de los países pobres. Básicamente se trata dar prioridad a la distribución de la riqueza y ponerse manos a la obra, ya que una larga espera puede dar lugar a una falta total de recursos a repartir. El hambre, las plagas, la guerra nuclear y el colapso de los ecosistemas, ya desorganizarán por sí solos o conjuntamente las reservas de la humanidad[478].

La redistribución de la riqueza ha sido reiteradamente señalada como una pieza clave para la consecución de una sociedad sostenible[479], pero sigue siendo un asunto resbaladizo. Supongamos, por ejemplo, que Estados Unidos decide realizar el definitivo sacrificio de reducir su consumo per cápita de energía a la mitad para que las naciones pobres dispongan de más energía. Esto no supondría el fin de la civilización americana, sino que llevaría a la nación al nivel de consumo de energía de 1940 (o al nivel actual en Francia), contando con que los avances tecnológicos que logran que la utilización de la energía sea mucho más eficaz hoy día que cuarenta años atrás, produzca muchos más beneficios, en términos de bienes y servicios. Parece probable que, con pericia y determinación, Estados Unidos pueda ahorrar la mitad de su consumo de energía por persona y disfrutar de una calidad de vida incluso superior a la actual.

---

[477] Ehrlich, Ehrlich y Holdren, óp. cit., capítulo 15.

[478] Véase, por ejemplo, ibíd., pág. 690-691.

[479] Por ejemplo, véase la similar recomendación realizada en 1968 por dos científicos, Lord Snow del Reino Unido y Andrei D. Sakharov de la U.R.S.S. («el padre de la bomba de hidrógeno rusa»), ibíd., pág. 925.

Los coches serían más pequeños, pero el aire sería más limpio; la vida más larga y más cómoda, y los ecosistemas americanos y sus componentes disfrutarían de mejor salud. La energía *ahorrada* por cada americano podría, por término medio, ser suficiente para doblar la energía disponible actualmente por ciento setenta y cinco personas en Bangladesh, o doce egipcios[480]. La redistribución resultaría complicada, pero podría llevarse a cabo, y ello sin graves inconvenientes para los donantes. Para ello es necesaria una madurez de la voluntad política en las naciones ricas, así como una disminución del crecimiento sólo por la mera imagen («el credo de la célula cancerosa» ha dicho Edward Abbey[481]). También es necesaria la voluntad política de redefinir los objetivos del desarrollo en las naciones pobres y asegurar que los beneficios del progreso serán compartidos por todos, y no sólo por una élite.

Estos cambios tan espectaculares no pueden realizarse por imposición desde arriba por alguna especie de gobierno mundial diseñado por las Naciones Unidas. La humanidad ha intentado esta fórmula y la ha visto fracasar. Este movimiento debe crecer desde abajo, en cada país, rico o pobre, a medida que se vayan dando cuenta de que sus futuros son interdependientes y de que la organización de las actividades humanas bajo fórmulas completamente nuevas reducirá en gran medida la presión hacia la extinción.

En este sentido y si se quiere evitar la catástrofe, la educación acerca de las consecuencias que puede acarrear el estado actual deberá jugar un papel fundamental. Existen ya, afortunadamente, algunos síntomas esperanzadores. A mediados de 1980, por ejemplo, el Council on Environmental Quality y el

---

[480] Las estadísticas energéticas son del Banco Mundial, *World Development Report*, 1979.

[481] *Playboy*, revista, 1979.

Departamento de Estado norteamericanos presentaron su *Global 2000 Report to the President*[482]. Este documento, preparado con la cooperación de numerosas agencias gubernamentales anticipaba la existencia de problemas globales, de proporciones alarmantes, para el año 2000, incluyendo una «progresiva degradación y empobrecimiento de los recursos naturales de la tierra».

El Secretario de Estado Adjunto, Thomas Pickering, ha anunciado que las sombrías perspectivas del *Global 2000* fueron enviadas a todos los embajadores de Estados Unidos así como a los gobiernos extranjeros. La idea era la de «contribuir a galvanizar la cooperación mundial de cara a una mejora de las perspectivas de futuro[483]». La necesidad de estos esfuerzos internacionales en educación viene subrayada por una ignorancia —incluso entre aquellos que deberían estar informados— acerca de las consecuencias de la progresiva erosión de los recursos biológicos mundiales.

Por ejemplo, un informe de 1979 mostraba que doce de entre diecinueve periodistas de catorce países creían que el ritmo acelerado de las extinciones no suponía ningún peligro esencial para el mundo[484]. El conocido columnista inglés, Henry Fairlie, se lamentaba del extremismo del movimiento conservacionista norteamericano y revelaba su ignorancia a través de medias verdades: «Nada de lo que llevo, como o bebo, a excepción de alguna ocasional pierna de venado que me envía algún cazador, procede de la despensa de la madre naturaleza. Incluso los conservacionistas son sostenidos no por la naturaleza sino por el cultivo humano de ella.»[485] Es de admirar que Fairlie se abstuviera de la mayoría de pescados y mariscos, pero no así de su

---

[482] Se puede conseguir en el U.S. Government Printing Office, Washington D.C.

[483] *Denver Post,* 25 de julio de 1980.

[484] *Atlas World Press Review,* abril de 1979, pág. 13.

[485] De *New Republic,* 1978, reeditado en *High Country News,* vol II n° 22, 16 de noviembre de 1979.

desconocimiento de la miríada de maneras distintas en que la madre naturaleza le sostiene a él y a todos los seres humanos. Si lo supiera, probablemente se espantaría de las diversas formas en que el *Homo sapiens* ha proyectado destruir los sistemas que ella utiliza para sostener a la sociedad.

Una vez que un suficiente número de personas sea consciente del problema, se podrán llevar a cabo diversas soluciones internacionales, en las que prevalezca una visión económica más globalizadora. A título de ejemplo individual, ayudar al Brasil a financiar su proyectado sistema de reservas forestales podría merecer la inversión de miles de millones de dólares por parte de Estados Unidos, sólo porque los cambios climáticos que podrían acompañar a la destrucción de las selvas brasileñas podría reducir sobremanera la productividad agrícola norteamericana, que en 1980 supuso más de cuarenta mil millones de dólares en exportaciones. Sin dichas exportaciones, Estados Unidos podría tener dificultades para pagar sus actuales importaciones petrolíferas. No se debe olvidar que los países en vías de desarrollo son cada vez más dependientes de las exportaciones alimenticias de Estados Unidos, de modo que lo que suceda en la cuenca del Amazonas es materia de preocupación global, y tiene que ver con la salud del sistema agrícola norteamericano.

La revisión del sistema económico internacional se viene retrasando desde hace mucho tiempo, pero quizá la sucesión y el entretejido de las mermas de los recursos y la de las extinciones pueda suponer, por fin, el principio de este proyecto.[486]

---

[486] Sobre la cuestión de las transferencias unidireccionales de riqueza véase Kennet Boulding, *The Economy of Love and Fear: A Prefacy to Grants Economics*, Wadsworth, Belmont, Calif., 1973. En su obra (*The Sinking Ark*, Pergamon Press, Nueva York, 1979), Norman Myers da excelentes ejemplos de la forma en que las ayudas económicas podrían retardar la tasa de extinción.

UNA PERSPECTIVA UTÓPICA

Si se tiene en cuenta únicamente el problema de la preservación de la diversidad biológica en este pequeño planeta, mientras la población humana y su economía siguen creciendo, será necesario adoptar una estrategia concreta. Si se considera la ética de la tierra de Aldo Leopold[487], es obvio que deberían sustituirse las actitudes expoliativas que dominan las actividades de la mayoría de las personas en la actualidad, especialmente en Occidente. Desafortunadamente estas actividades llegan a su máxima expresión entre los individuos más poderosos e influyentes, los dirigentes gubernamentales y empresariales. Los campesinos, que viven cerca de la tierra, tienen por lo general algún concepto de protección de la tierra, pero las presiones económicas —en los países pobres a menudo más inflexibles— los fuerzan a llevar a cabo prácticas que socavan, a largo plazo, la productividad de la tierra. Por ello se debería otorgar asistencia y estímulo a estas personas para que practicaran la conservación del suelo, la protección de las cuencas hidrográficas locales, la repoblación de parcelas arboladas y bosques, la evitación del sobrepastoreo y la irrigación cuidadosa entre otras muchas actividades importantes.

Todas las personas deberían aprender a amar y proteger las zonas de vida salvaje, comprendiendo que su existencia mejora no sólo la calidad de sus propias vidas sino la productividad a largo plazo de sus tierras.

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN) publicó a principios de 1980 un amplio plan para la preservación de los recursos biológicos de la tierra, tendente asimismo a otorgar una base sostenible para la civilización[488]. Aquella Estrategia para la Conservación Mundial se sustenta en tres objetivos principales:

---

[487] *Sand County Almanac*, Oxford University Press, Nueva York, 1949 (reimpreso en 1970).

[488] Véase la nota 475.

1. El mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales y de los sistemas que sostienen la vida.
2. La preservación de la diversidad genética.
3. La utilización sostenible de especies y ecosistemas.

Esta estrategia establece algunas áreas de atención preferente para las próximas décadas, considerando en primer lugar los sistemas agrícolas. El amplio deterioro actual de la tierra, incluyendo el proceso de la desertización y la erosión de los recursos genéticos por parte de los cultivos debe ser detenido y, si es posible, invertido. En segundo lugar, la destrucción de las selvas, especialmente en los trópicos, debe ser asimismo invertida. Y, en particular, deben protegerse las cuencas hidrográficas. Dicha estrategia pone de manifiesto que por lo menos la mitad de la población mundial está directamente afectada por el modo en que se gestionan dichas cuencas, aunque sólo se estima en un 10% las personas que viven actualmente en las regiones fluviales montañosas. En tercer lugar, los océanos, y especialmente los estuarios y las marismas costeras, deben ser protegidos y preservados.

En cuarto lugar, debe otorgarse especial atención a las especies amenazadas, tanto como componentes de los ecosistemas como por su propio papel de recursos vitales. La estrategia recomienda dar prioridad al salvamento de aquellas especies: 1) que son genéticamente muy distintas de otros organismos, 2) que son, cultural o económicamente, importantes o que tienen formas próximas que sí lo son y 3) que viven en zonas ricas en especies (como las pluvisilvas tropicales) donde muchas pueden fácilmente ser preservadas en forma conjunta. Evidentemente, tales consideraciones deberían ser tenidas en cuenta a la hora de decidir el tamaño y la localización de las reservas naturales.

La Estrategia para la Conservación Mundial tal como está formulada no es, probablemente lo suficientemente enérgica para preservar, de forma adecuada, la diversidad biótica de la tierra, pero es, por lo menos, un buen primer paso. La intención

de esta estrategia es que sea adoptada como un conjunto de objetivos principales por parte de cada país y que sea integrada por ellos en sus políticas económicas. Es de esperar que Estados Unidos adopte dicha estrategia en base a su política oficial e intente persuadir así a otros países. Pero, de momento, no parece haber mucho interés en torno a este tema en Washington —o en otras capitales— a pesar de la urgencia que supone su aplicación. La idea de que las especies y los sistemas naturales forman parte de los valiosos recursos básicos de un mundo interdependiente es una idea que ya resulta patente.

Este no es un ideal irrealizable y la tarea no es excesiva. En la década de los sesenta, era inimaginable un declive brusco y espectacular de la tasa de nacimientos en la sociedad americana, y sin embargo ha sucedido. Cuando llega el momento adecuado para un cambio social, éste puede ocurrir con una rapidez pasmosa.

No obstante, existen algunos síntomas esperanzadores. Estados Unidos y muchos otros países ricos han conseguido tasas de reproducción de sustitución o han detenido en la actualidad el crecimiento humano[489], mientras que en muchas naciones pobres se han conseguido reducciones significativas de las tasas de natalidad. En poco más de una década, el medio ambiente se ha constituido en el asunto de mayor importancia política de casi todos los países. (El pez babosa casi derrota la presa de Tellico, algo que habría parecido inconcebible antes de 1970.) La economía estable autorregulada y el crecimiento cero se han convertido en temas usuales de debate[490] y la gente empieza a buscar las soluciones en la dirección oportuna, de lo cual la Estrategia para la Conservación Mundial es un ejemplo.

No obstante, la gente sigue charlando y discutiendo mientras el mundo se dirige inexorablemente hacia le extinción.

---

[489] Ehrlich, Ehrlich y Holdren, óp. cit., capítulo 5; Population Reference Bureau, *1980 World Population Data Sheet.* Véase también Parker Mauldin, «Population trends and prospects», *Science* 209: 148-157. 1980.

[490] Por ejemplo. L. C. Thurow, óp. cit.

Quizá lo más necesario sea un gran acto de liderazgo. De la misma manera que el presidente Kennedy colocó a Estados Unidos en la senda del espacio, otro presidente podría poner la nación —y, sería de desear, que lo fuera también el mundo en general— en la senda del cuidado del medio ambiente. Alguien debería hacerlo, ya que el *Homo sapiens* no es más inmune a los efectos de la destrucción que el chimpancé, el tigre de Bengala, el pigargo, el pez babosa o el gladiolo dorado. Tal como Ken Brower señaló, a propósito del cóndor de California, «cuando los *buitres* vean que nuestra civilización empieza a caerse muerta... será el momento de esperar y maravillarse»[491].

[491] «Night of the Condor». primeramente publicado en *Omni* y reimpreso en *Not Man Apart*, febrero de 1980.

APÉNDICE

TAXONOMÍA DE LOS ORGANISMOS TRATADOS EN ESTA OBRA

En la mayoría de los casos se ha hecho referencia a lo organismos denominándolos por su nombre vulgar en inglés americano. Así como este hecho logra que el texto sea más inteligible para cualquier persona interesada en el tema (incluso los biólogos no reconocen, a menudo, los nombres latinos o específicos de los organismos fuera de su especialidad), también plantea problemas. Por un lado, existen organismos que tienen más de un nombre vulgar: Por ejemplo, la mariposa *Nymphalis antiopa* es denominada «Mourning cloak» en Norteamérica y «Camberwell beauty»[492] en Gran Bretaña. Recíprocamente dos organismos distintos pueden tener el mismo nombre vulgar. Así el «robín» es *Turdus migratorius* para ios americanos, mientras que para los ingleses el «robín» es *Erithacus rubicula,* la misma especie que en Holanda se denomina «roodborst», «rotkehlchen» en Alemania, «ródhake» en Suiza y «rougegorge» en Francia.[493]

Este apéndice pretende, en consecuencia, hacer una relación de los organismos tratados a lo largo del libro por medio de un sistema taxonómico que no posea ningún tipo de ambigüedad.

---

[492] En castellano *vanesa de los sauces* (aunque sus orugas se alimentan también de las hojas de álamos y abedules), y, a veces, también traducido como «antíope», un nombre, sin embargo, sin ninguna tradición. *(N. del T)*

[493] En castellano el *Turdus migratorius* es el *robín americano,* mientras que el *petirrojo* es el *Erithacus rubecula,* que corresponde al «robín» de los ingleses o «rougegorge» del francés. *(N. del T.)*

Dentro de las grandes clases de organismos se ha establecido una relación alfabética de los nombres vulgares de los organismos mencionados en el texto. Allí donde el nombre vulgar corresponde a una especie o subespecie, va seguido de su nombre latino específico o subespecífico, después del cual se ha incluido el de la familia, taxonómica a la que pertenece el organismo. En el caso de los animales, este nombre siempre termina en *–idae*, mientras que en las plantas, usualmente (pero no siempre), se da en *–aceae*. Puesto que hay numerosísimas familias de insectos se ha añadido, en este caso, a continuación de los nombres de la familia, el del orden al cual pertenece el insecto. Así, por ejemplo, *Euphydryas editha* pertenece a la familia de los Nymphalidae (mariposas con cuatro patas), mientras que los Nymphalidae, a su vez, pertenecen al orden de los Lepidoptera (insectos con alas recubiertas de escamas: mariposas y polillas). Por lo que se refiere a la diversa variedad de invertebrados se ha indicado en la mayoría de los casos la clase y el phylum.

En algunos casos se utilizan comúnmente dos nombres científicos para designar a un mismo organismo. Por ejemplo, el león es citado (fundamentalmente en la literatura más antigua) como *Felis leo* y (más recientemente) como *Panthera leo.* Qué es lo más correcto depende del parecido que se considere correcto entre el león y el gato doméstico de cara a incluirlos en un mismo género. En casos como éste, y en otros similares con respecto a los nombres vulgares, se ha indicado una segunda alternativa entre paréntesis. Por ejemplo, *Panthera (Felis) leo.* De modo similar, cuando se hace referencia a grandes categorías por ejemplo, familias de plantas) en las que se usan comúnmente dos nombres, se incluye un segundo nombre precedido por el signo = , entre paréntesis. La abreviación sp., después de un nombre genérico significa una especie no identifi-

cada del género, mientras que la abreviación spp. significa especies en plural. Así, los «pipits»[494] son los *Anthus* spp., un conjunto de especies distintas del género *Anthus*.

[494] *Bisbitas*, en español. (N. del T.)

AGRADECIMIENTOS

A lo largo de los años, nuestra preocupación por el tema de la extinción ha sido compartida, y reforzada, por muchos de los biólogos de nuestro departamento. En alguna medida este libro es el resultado del intercambio de puntos de vista que con ellos hemos mantenido durante una década o más. Enumerarlos a todos sería sin duda difícil, y seguramente daría lugar a importantes e inevitables omisiones. Sin embargo, queremos mencionar en este contexto a Richard W. Holm y a John B. Thomas (ambos en el Department of Biological Sciences, en Stanford), Hugh litis (Department of Botany, University of Wisconsin), Peter H. Raven (Director, Missouri Botanical Garden), Michael E. Soulé (Institute for Transcultural Studies, Los Angeles), E. O. Wilson (Department of Biology, Harvard), y George M. Woodwell (Ecosystems Center, Woods Hole).

Dick Holm y Peter Raven también han tenido la amabilidad de leer el primer borrador de este libro y comentarlo extensamente. Otros colegas que han manifestado sus opiniones sobre parte, o la totalidad, del manuscrito son Loy Bilderback (Department of History, State University of California, Fresno), Thomas Eisner (División of Biological Sciences, Cornell University), A. C. Fisher y John P. Holdren (Energy and Resources Program, University of California, Berkeley), John Harte (Lawrence Berkeley Laboratory), David E. Lincoln (Department of Biology, University of South Carolina), Kirk Smith (East-West Center) y Cheryl E. Holdren, Harold A. Mooney y Bruce A. Wilcox (Department of Biological Sciences, Stanford).

Varias personas nos han ayudado de diversas formas en nuestro proyecto, como, por ejemplo, remitiéndonos información o verificando datos. Entre ellos, Gordon R. V. Anderson (National Parks and Wildlife Service, Canberra), L. Charles Birch (Department of Zoology, University of Sydney), Keith

S. Brown, Jr. (Instituto de Biología, Universidad Estadual de Campiñas), Richard C. Cassin, Dennis A. Murphy, David Regnery y Ward B. Watt (Department of Biológica! Sciences, Stanford University), Anthony V. Hall (Bolus Herbarium, University of Cape Town), Thomas E. Lovejoy (World Wildlife Fund.), John McCosker (California Academy of Sciences), Shirley McGreal (International Primate Protection League), Norman Myers (Nairobi, Kenia), David Brower, Elizabeth Kaplan y David Phillips (Friends of the Earth), A. Hugh Synge (Royal Botanic Gardens, Kew) y Judith Wagner (Department of Bio- logy, California State University, Hayward).

En Stanford, Jane Lawson Bavelas no sólo ha luchado en el empeño de convertir el material de puño y letra original en el primer borrador mecanografiado, sino que ha ofrecido numerosas y acertadas sugerencias editoriales. Siu Ling Chen también ha supuesto una valiosa ayuda en estas labores oscuras de mecanografía, y Mrs. Mary Johnson hizo un buen trabajo en la producción del manuscrito final. Otra vez, la Falconer Biology Library, bajo la dirección de Michael Sullivan, ha realizado un espléndido trabajo ayudándonos en el manejo de la voluminosa bibliografía. Como siempre, Claire Shoens nos fue de enorme ayuda y Zoe Chandik, Sarah Gilman y Judy Levitt, han estado dispuestas a ayudarnos de buena gana siempre que nos ha surgido un problema. Don Biggs, en la labor de fotocopiado, ha hecho más, siempre pronta e inteligentemente, de lo que podamos agradecerle.

Sarah M. Hiebert del Rocky Mountain Biological Laboratory también nos ha proporcionado asistencia secretarial en diversos aspectos cruciales de la génesis del manuscrito.

Laura Burness y Jill Holdren nos han asistido, con competencia, en la tarea de corrección de pruebas. Aquellos que han sido tan temerarios como para escribir un libro sabrán apreciar el enorme beneficio de contar con la ayuda de gente así.

Charlotte Mayerson (Random House) y Ginger Barber (Virginia Barber Literary Agency) trabajaron diligentemente

sobre el manuscrito y merecen por ello nuestra profunda gratitud. Sus sugerencias y pericia editoriales han sido de gran valor para nosotros. De la misma manera que muchos otros que nos han ayudado en este libro, todas estas personas deberán compartir con nosotros cualquier mérito al que la obra pueda hacerse acreedora, aunque cualquier censura debe sernos exclusivamente reprochada.

Finalmente, queremos expresar de nuevo nuestra gratitud y aprecio a Lu Esther cuya ayuda ha sido tan crucial para nuestro trabajo.

INDICE DE TERMINOS

MAMÍFEROS (CLASE MAMÍFEROS)

Addax	*Addax nasomaculatus* - Bovidae
Alcelafo	*Alcelaphus* sp. - Bovidae
Ardilla de las rocas	*Citellus beecheyi* - Sciuridae
Ardillas terrícolas (o cítelos)	*Citellus* sp. - Sciuridae
Armadillo (de nueve bandas)	*Dasypus novemcintus* - Dasypodidae
Asno (o burro)	*Equus asinus* - Equidae
Asno (o burro) salvaje	*Equus asinus* - Equidae
Babuino	*Rapio* sp. - Cercopithecidae
Ballena austral	*Eubalaena australis* - Balaendiae
Ballena gris	*Rhachianectes glaucus* - Rhachianectidae
Ballena groenlandesa	*Balaena mysticetus* - Balaenidae
Ballenas verdaderas	*Eubalaena* spp. - Balaenidae
Banteng	*Bivos javanicus* - Bovidae
Berrendo	*Antilocapra americana* - Antilocapridae
Bisón americano de pradera	*Bison bison bison* - Bovidae
Bisonte americano de bosque	*Bison bison athabaskae* - Bovidae
Bisonte (europeo)	*Bison bonasus* - Bovidae
Bisonte (o búfalo) americano)	*Bison bison* - Bovidae
Buey almizclero	*Ovibos moschatus* - Bovidae
Búfalo (africano)	*Syncerus caffer* - Bovidae
Caballo	*Equus caballus* - Equidae
Caballo de Przewalski	*Equus przewalskii* - Equidae
Cabra montés	*Capra hircus* - Bovidae
Cachalote común	*Physeter catodon* - Physeteridae
Canguro rojo	*Megaleia rufa (Macropus rufus)* - Macropodidae (las hembras son llamadas, a veces, canguro azul)
Canguros	*Macropus* spp., *Megaleia rufa* - Macropodidae
Caribú	*Rangifer caribou* - Cervidae
Carnero (o muflón) de las Rocosas	*Ovis canadensis* - Bovidae
Castor americano	*Castor canadensis* - Castoridae
Ciervo	Cervidae (parcialmente)
Ciervo mulo	*Odocoileus hemionus* - Cervidae

Ciervo wapití (wapití o uapití)	*Cervus canadensis* - Cervidae
Comadreja	*Mustela frenata* - Mustelidae
Comadrejas (y armiños)	*Mustela* spp. Mustelidae
Conejillo de Indias (o cobaya)	*Cavia cufien* - Caviidae
Conejo (americano)	*Sylvilagus* spp. - Leporidae
Coyote	*Canis latrans* - Canidae
Chimpancé	*Pan troglodytes* - Pongidae
Desdentados (o Maldentados)	Varias familias del orden Edentata
Dromedario	*Camelus dromedarius* - Camelidae
Eland común	*Taurotragus oryx* - Bovidae
Elefante asiático (o indio)	*Elephas maximus* - Elephantidae
Elefante de Ceilán	*Elephas maximus maximus* - Elephantidae
Facocero	*Phacochoerus aethiopicus* - Suidae
Foca barbuda	*Erignathous barbatus* - Phocidae
Foca común	*Phoca vitulina* - Phocidae
Foca de Weddell	*Leptonychotes weddeüi* - Phocidae
Foca leopardo	*Hydrurga leptonyx* - Phocidae
Focas	Phocidae
Gacela de Thomson	*Cazella thomsoni* - Bovidae
Gacelas	*Gazella* spp., otros géneros de la subfamilia Antilo- pinae de la familia Bovidae
Gamo persa	*Dama mesopotamica* - Cervidae
Gato de Bengala	*Felis bengalensis* - Felidae
Gato de Iriomoto	*Prionailurus (Mayailucus) iriomotensis* - Felidae
Gato de la jungla	*Felis chaus* - Felidae
Gato (o tigre) de dientes de sable	*Smilodon* spp. y otros géneros - Felidae
Gibón común	*Hylobates lar* - Hylobatidae
Gibón de cresta negra	*Hylobates pileatus* - Hylobatidae
Gibones	*Hylobates* spp. Hylobatidae
Gorila	*Gorilla gorilla* - Pongidae
Gorila de montaña	*Golilla gorilla beringei* - Pongidae
Gran y pequeño kudú (respectivamente)	*Tragelaphus strepsiceros* y *T. imberbis* - Bovidae
Guepardo (u onza o leopardo indio)	*Acinonyx jubatus* - Felidae
Hiena	Hyanidae (géneros *Hyaena* y *Crocuta*)
Hipopótamo	*Hippopotamus amphibius* - Hippopotamidae
Hombre	*Homo sapiens* - Hominidae
Huloc	*Hylobates hoolock* - Hylobatidae

Jabalí	*Sus scrofa* - Suidae
Jaguar	*Panthera (Felis) onca* - Felidae
Jibarte (o ballena jibarte)	*Megaptera novaeangliae* - Balaenopteridae
Jirafa	*Girafía camelopardalis* - Giraffidae
Koala	*Phascolarctos cinereus* - Phalangeridae
Kob (o cob) de Uganda	*Kobus kob thomasi* - Bovidae
Korrigum (damalisco tiang)	*Damaliscus korrigum* - Bovidae
Lémur mangosta	*Lémur mongoz* - Lemuridae
León	*Panthera (Felis) leo*
León africano	*Panthera (Felis) leo* - Felidae
Leopardo (o pantera)	*Panthera (Felis) pardus* - Felidae
Liebre americana	*Lepus americanus* - Leporidae
Lince del Canadá	*Lynx canadensis* - Felidae
Lince rojo	*Lynx rufus* - Felidae
Lobo	*Canis lupus* - Canidae
Lobo marsupial (o lobo de Tasmania)	*Thylacinus cynocephalus* - Dasyuridae
Macaco rhesus	*Macaca mulaza* - Cercopithecidae
Magote	*Macaca speciosa* - Cercopithecidae
Mamuts	*Mammuthus spp.* Elephantidae
Manatí (o sirena)	*Trichechus manatus* - Trichechidae
Mangosta	*Herpestes nyula* - Viverridae
Marmota	*Marmota flaviventris* - Sciuridae
Marta (americana)	*Martes americana* - Mustelidae
Milu (o ciervo del Padre David)	*Elaphurus davidianus* - Cervidae
Monos de noche	*Aotes* spp. - Cebidae
Morsa	*Odobenus rosmarus* - Odobenidae
Musarañas	*Sorex* spp. Soricidae
Nutria (norteamericana)	*Lutra canadensis* - Mustelidae
Ñú (azul)	*Connochaetes taurinus* - Bovidae
Ocelote	*Felis pardalis* - Felidae
Onagro (asno salvaje de Asia)	*Equus hemionus* - Equidae
Orangután	*Pongo pygmaeus* - Pongidae
Orea (o ballena asesina)	*Grampus orea* - Delphinidae
Orinal (o alce americano)	*Alces americana* - Cervidae
Ornitorrinco	*Ornithorhynchus anatinus* - Ornithorhynchidae
Oryx	*Oryx* spp. - Bovidae
Oryx de Arabia	*Oryx leucoryx* - Bovidae
Oryx (de cuernos de) cimitarra	*Oryx tao* - Bovidae
Oso de mar (foca orejuda)	*Callorhinus ursinus* (C. alascanus) - Otariidae

Oso grizzly o de montaña	*Ursus arctos horribilis* - Ursidae
Oso malayo (o bruang)	*Helarctos malayanus*
Oso negro (americano)	*Ursus americanus* - Ursidae
Oso pardo (europeo)	*Ursus arctos arctos* - Ursidea
Oveja (doméstica)	*Ovis aríes* - Bovidae
Panda gigante	*Ailuropoda melanoleuca* - Procyonidae
Pantera de las nieves	*Panthera (Felis) uncia* - Felidae
Pantera (leopardo)	*Panthera (Felis) pardus* - Felidae
Perrillo de las praderas	*Cynomys ludovicianus* - Sciuridae
Perro	*Canis familiaris* - Canidae
Pika	*Ochotona princeps* - Ochotonidae
Pinche (o tití sagüino)	*Saguinus oedipus* - Callithricidae
Rata campestre	*Rattus rattus* - Muridae
Ratón	*Peromyscus maniculatus* - Cricetidae
Rebeco	*Rupicapra rupicapra* - Bovidae
Rebeco blanco	*Oreamnos americanus* - Bovidae
Reno	*Ranqifer tarandus* - Cervidae
Rinoceronte blanco	*Ceratotherium simum* - Rhinocerotidae
Rinoceronte de Java	*Rhinocerus sondaicus* - Rhinocerotidae
Rinoceronte de Sumatra	*Didermoceros sumatrensis* - Rhinocerotidae
Rinoceronte indio	*Rhinoceros unicornis* - Rhinocerotidae
Rinoceronte lanudo	*Coelodonta antiquitatis*
Rinoceronte negro	*Diceros bicornis* - Rhinocerotidae
Rorcual azul	*Sibbaldus musculus* - Balaenopteridae
Rorcual de aleta blanca	*Balaenoptera acutorostrata* - Balaenopteridae
Siamang	*Symphalangus syndactylus* - Hylobatidae
Sika de Formosa (o ciervo sika de Formosa)	*Cervus nippon taioreanus* - Cervidae
Tahr de Arabia	*Hemitragus jayakari* - Bovidae
Tapir malayo	*Tapirus indicus* - Tapiridae
Tejón americano	*Taxidea taxus* - Mustelidae
Tigre	*Panthera (Felis) tigris* - Felidae
Tigre chino	*Panthera (Felis) tigris amoyensis* - Felidae
Tigre de Bali	*Panthera (Felis) tigris balica* - Felidae
Tigre de Bengala	*Panthera (Felis) tigris tigris* - Felidae
Tigre de Corbett	*Panthera (Felis) tigris corbetti* - Felidae
Tigre de Siberia	*Panthera (Felis) tigris altaica* - Felidae
Tigre de Sumatra	*Panthera (Felis) tigris sumatrae* - Felidae
Tigre del Caspio	*Panthera (Felis) tigris virgata* - Felidae
Topillo de Guenther {o topillo asustadizo)	*Microtus guentheri* - Cricetidae
Turón patinegro	*Mustela nigripes* - Mustelidae
Uombat	*Phascolomis mitchelli* - Phascolomidae

Vicuña	*Lama vicuyna* - Camelidae
Zorros	*Vulpes* sp.. otros géneros - Canidae

AVES (CLASE AVES)

Águila pescadora	*Pandion haliaetus* - Accipitridae
Águilas	Accipitridae (varias especies)
Aguiluchos[495], ratoneros, azores, gavilanes...	Accipiteridae (varios géneros, entre ellos, *Accipiter, Buteo* y Circus)
Alcatraces	*Sula* spp. Sulidae
Alondras	Alaudidae
Aves del paraíso	Paradisaeidae
Avestruz	*Struthio camelus* - Struthionidae
Avetorillo	*Ixobrychus exilis* - Ardeidae
Avutarda	*En 1673 es bastante posible que se tratara del grévol engolado, Bonasa umbellus* - Tetraonidae. Las avutardas *sensu strictu* están confinadas a Europa.
Bisbitas	*Anthus* spp. Motacilidae
Cacatúa blanca	*Kakatoé galerita* - Psittacidae
Cisnes	*Cygnus* spp. - Anatidae
Cóndor de California	*Gymnogyps californianus - Cathartidae*
Correlimos manchado	*Actitis macularía - Scolopacidae*
Chingolo gorjiblanco	*Zonotrichia leucophrys - Emberizidae*
Dendroica (o picafollas) de Kirtland	*Dendroica kirtlandii - Parulidae*
Dodó de Mauricio	*Rhaphus cucullatus* - Rhaphidae
Escribano de las marismas	*Ammospiza nigrescens* - Emberizidae
Escribanos	*Emberiza* spp. Emberizidae
Estornino americano	*Sternella neglecta* - Icteridae
Estornino	*Sturnus vulgaris* - Sturnidae
Foca leopardo	*Hydrurga leptonyx* - Phocidae
Focas	Phocidae
Gallito de roca anaranjado	*Rupicola rupicola* - Cotingidae
Gallo de las artemisas	*Centrocercus uropbasianus* - Tetraonidae
Gallo de las praderas de cola larga	*Pedioecetes phasianellus* - Tetraonidae
Gallo de las praderas (o gallo de Attwater)	*Tympanuchus cupido attwateri* - Tetraonidae

[495] El término *hawk* del inglés sirve para designar cualquier representante de la familia de los Accipiteridae distinto a las águilas verdaderas y pigargos y no tiene una traducción específica unívoca. *(N. del T.)*

Ganso nene	*Branta sandvicensis* - Anatidae
Gaviota de California	*Larus californicus* - Laridae
Gaviota de Delaware	*Larus delawarensis* - Laridae
Gaviotas	*Larus* spp. - Laridae
Gorrión común	*Passer domesticus* - Ploceidae
Grulla cantora americana	*Grus americana* - Gruidae
Grulla del Canadá	*Grus canadensis* - Gruidae
Grulla real	*Baleárica pavonina* - Gruidae
Halcón común	*Falco peregrinus* - Falconidae
Lavanderas	*Motacilla* spp. Motacillidae
Lúgano	*Spinus pinus* - Fringillidae
Marabú africano	*Leptoptilos crumeniferus* - Ciconiidae
Melidectes (melífagas)	*Melidectes* spp. - Meliphagidae
Mirlo acuático	*Cinclus mexicanus* - Cinclidae
Moas	*Dinornis* - Dinornithidae
Mochuelo excavador	*Speotyto cunicularia* - Strigidae
Ñandú común	*Rhea americana* - Rheidae
Paloma migratoria	*Ectopistes migratorius* -Columbidae
Palomas cuco	*Macropygia* spp. Columbidae
Patos	Anatidae (subfamilia Anatinae)
Pelícano pardo	*Pelicanus occidentalis* - Pelicanidae
Pelícanos	*Pelecanus spp.* - Pelecanidae
Periquito (de Carolina)	*Caonuropsis carolinensis* - Psittacidae
Picabueyes (bufago)	*Buphagus africanus* - Sturnidae
Pico chupasavias	*Sphyrapicus varius* - Picidae
Pigargo (de cabeza blanca)	*Haliaeetus leucocephalus* - Accipitridae
Pingüino de Adelie	*Pygosceles adeliae* - Spheniscidae
Pingüino de cara marcada	*Pygoscelis antárctica* - Spheniscidae
Pingüino de El Cabo (pájaro bobo pollino o pingüino garañón)	*Spheniscus demersus* • Spheniscidae
Pingüino de Magallanes	*Spheniscus magellanicus* - Spheniscidae
Pingüino gentú	*Pygoscelis papua* - Spheniscidae
Pingüino gigante	*Alca impennis* - Alcidae
Pinzones de Darwin	Geospizidae
Ruiseñor azul	*Sialia sialis* - Turdidae
Ruiseñor azul de montaña	*Sialia currucoides* - Turdidae
Serreta grande	*Mergus merganser* - Anatidae
Skúa	*Stercorarius skua* - Stercorariidae
Tordos (y mirlos, zorzales ...)	Turdidae
Trepadoras de Hawaii	Drepanididae
Trupial de alas rojas	*Agelaius phoeniceus* - Icteridae
Turpiales	*Quiscalus quiscula* - Icteridae

REPTILES (CLASE REPTILES) Y ANFIBIOS (CLASE ANFIBIOS)

Ajolote	*Ambystoma maculatura* - Ambystomidae
Brontosaurio	*Apatosaurus (Brontosaurus)* spp. - Brachiosauridae
Caimán americano	*Alligator mississipiensis* - Crocodylidae
Cocodrilo	*Crocodylus* spp. - Crododylidae
Cocodrilo cubano	*Crocodylus rhombifer* - Crocodylidae
Culebra lisa europea	*Coronelía austríaca* - Colubridae
Dinosaurios ceratopsidos	Reptiles, Ceratopidae
Galápago (o tortuga)[496]	Testudinidae
Gecos (salamanquesas)	Reptiles, Gekkonidae
Iguana marina	*Amblyrhynchus cristatus* - Iguanidae
Iguana terrestre	*Conolophus subcristatus* - Iguanidae
Monstruo de Gila	*Heloderma suspectum* - Helodermatidae
Pterosaurio (gigante de Texas)	*Quetzalcoatlus northopi* - Pterodactylidae
Rana	Amphibia, orden Salientia (especialmente Ranidae)
Salamandra gigante de la China	*Andrias davidianus* - Cryptobranchidae
Salamandras	Amphibia, orden Caudata
Sapo de Houston	*Bufo houstonensis* - Bufonidae
Sapos	Amphibia, orden Salientia (en parte, especialmente Bufonidae)
Serpiente de agua	*Nerodia (=Natrix) sipedon* - Colubradiae
Serpiente de cascabel de Arizona	*Crotalus willardi* - Crotalidae
Serpiente látigo de San Joaquín	*Masticophis flagellum ruddocki* - Colubridae
Tortuga	Reptilia, orden Chelonia (varias familias)
Tortuga geográfica	*Graptemys geographica* - Emydidae
Tortuga gigante de las Galápagos	*Geochelone (Testudo) elephantopus* - Testudinidae
Tortuga mora	*Testudo graeca graeca* - Testudinidae
Tyrannosaurus rex	*Tyrannosaurus rex* - Tyrannosauridae
Víbora de fosetas malaya	*Trimeresurus wagleri* - Crotalidae
Xenopus o rana de uñas (africana)	*Xenopus laevis* - Pipidae

[496] Aunque galápago es un término que se utiliza para designar a los quelonios dulceacüícolas y terrestres, no existe en castellano un término equivalente al inglés *turtle* que designa (especialmente en inglés americano) a las tortugas marinas y permite separarlas de los «galápagos» o *tortoises. (N. del T.).*

PECES (CLASES CONDRICTIOS Y OSTEICTIOS)

Anchoveta	*Engraulis ringens* - Engraulidae
Arenque	*Clupea herengus* - Clupeidae
Babosa de dientes de sable	*Plagiotremus* spp. - Bleniidae
Bacalao	*Gadus morhua* - Gadidae
Boquerón (anchoa)	*Engraulis mordax* - Engraulidae
Caballa	*Scomber scombrus* - Scombridae
Carpa	*Cyprinus carpió* - Cyprinidae
Cíclidos	Osteictios, Cichlidae
Corvina	*Aplodinotus grunniens* - Sciaenidae
Esturión beluga (o gigante)	*Huso huso* - Acipenseridae
Gambusia	*Gambusia affinis* - Poecilidae
Guppy	*Poecilia (Lebistes) reticulata* - Poeciliidae
Jureles	Osteictios, Carangidae
Lucio	*Esox lucius* - Esocidae
Maragotas limpiadoras	*Labroides* spp. - Labridae
Menhaden	*Brevoortia tyrannus* - Clupeidae
Mujol cabezudo	*Mugil cephalus* - Mugilidae
Pastinacas o rayas venenosas	Condrictios, Dasyatidae
Peces gato	*Ictalurus* spp. Ictaluridae
Peces papagayo	Osteictios, Scaridae
Pejerrey	*Atherina presbyter* - Atherinidae
Perca americana	*Micropterus salmoides* y *M. dolomieui* - Centrar- chidae
Pez babosa	*Percina (Imostoma) tanasi* - Percidae
Pez búfalo	*Ictiobus cyprínella* - Catostomidae
Pez combatiente de Siam (Beta)	*Betta splendens* - Anabantidae
Pez falso limpiador	*Aspidontis taeniatus* - Blenniidae
Pez mariposa	*Chaetodon* spp. y géneros próximos - Chae- todon - tidae
Pez mariposa amarillo	*Chaetodon miliaris* - Chaetodontidae
Roncador (gruñidor, o hemu- lón)	*Haemulon* spp. - Pomadasyidae
Sábalo	*Alosa sapidissima* - Clupeidae
Salmón (atlántico)	*Salmo salar* - Salmonidae
Salmonetes	Osteictios, Mullidae
Sardina del Pacífico	*Sardinops caerulea* - Clupeidae
Sollo	*Lepisosteus* spp. - Lepisosteidae
Tiburones	Condrictios, orden Seláceos (especialmente Carcharhinidae)
Tilapia	*Tilapia mossambica* - Cichlidae
Trucha	*Salmo* spp. Salmonidae
Trucha *alpinus*	*Salvelinus alpinus* - Salmonidae

Trucha común	*Salmo trutta* - Salmonidae
Trucha *fontinalis*	*Salvelinus fontinalis* - Salmonidae

INSECTOS (CLASE INSECTOS)

Abeja de la miel	*Apis mellifera* - Apidae (Hymenoptera)
Abejas solitarias	Colletidae, Andrenidae, Melittidae. Megachilidae. Anthophoridae (Hymenoptera)
Avispas	Superfamilias Sphecoidea, Vespoidea, Pompiloi- dea (Hymenoptera)
Avispas agallíferas	Cynipidae (Hymenoptera)
Avispas cazadoras de arañas	*Pepsis* spp. - Pompilidae (Hymenoptera)
Blastófaga de la higuera	Agaonidae (Hymenoptera)
Cigarrera (polilla)	*Argyrothaenia sphaleropa* - Tortricidae (Lepidop- tera)
Cochinilla acanalada o australiana	*Icerya purchasi* - Margarodidae (Hemiptera)
Cochinilla de la laca	*Laccifer lacea* - Lacciferidae (Hemiptera)
Cochinilla o cóccido	Superfamilia Coccoidea (Hemiptera)
Coleóptero ptílido	Ptiliidae (Coleóptera)
Crysomia rufifacies	Calliphoridae (Díptera)
Cyanniris semiargus	Lycaenidae (Lepidoptera)
Dermatobia (o mosca de las miasis humanas)	*Dermatobia hominis* - Oestridae (Díptera)
Efídridos (o moscas de las salinas)	Ephydridae (Díptera)
Escarabajo escopetero	*Brachynus ballistarius* - Carabidae (Coleóptera)
Escarabajo rinoceronte	*Oryctes rhinoceros* - Scarabaeidae (Coleóptera)
Escarabajos peloteros	Scarabaeidae. subfamilia Scarabaeini (Coleóptera)
Falso piojo de las aves	*Ornithomyia avicularia* - Hippoboscidae (Díptera)
Fritilaria de Oregón	*Speyeria zerene hippolyte* - Nymphalidae (Lepidoptera)
Gorgojo de la alfalfa	Hypera postica - Curculionidae (Coleóptera)
Gorgojo de la caña de azúcar	*Rhabdoscelus obscurus* - Curculionidae (Coleóptera)
Gusano blanco	*Anómala orientalis* - Scarabaeidae (Coleóptera)

Gusano de seda polifemo	*Antheraea polyphemus* - Saturniidae (Lepidoptera)
Gusano gris	*Heliothis virescens* - Noctuidae (Lepidoptera)
Gusanos de las hojas	*Anomis* spp. - Noctuidae (Lepidoptera)
Hormigas cortadoras de hojas	*Afta* spp. - Formicidae (Hymenoptera)
Hormigas guerreras	Formicidae. subfamilia Dorylinae (Hymenoptera)
Hormigas león	Myrmeleontidae (Neuroptera)
Licénido Atala	*Eumaeus atala* - Lycaenidae (Lepidoptera)
Luciérnagas (cocuyos)	*Photurís versicolar* (las hembras de esta especie se alimentan de los machos de los géneros *Photi- nus, Photurís. Pyractomena* y *Robopus)* - Lampyridae (Coleóptera)
Mariposa ajedrezada de Edith	*Euphydryas editha* - Nymphalidae (Lepidoptera)
Mariposa ajedrezada *baroni*	*Euphydryas editha baroni* - Nymphalidae (Lepidoptera)
Mariposa ajedrezada *bayensis*	*Euphydryas editha bayensis* - Nymphalidae (Lepidoptera)
Mariposa ajedrezada *luestherae*	*Euphydryas editha ¡uestherae* - Nymphalidae (Lepidoptera)
Mariposa azulada de Karner	*Plebejus melissa samuelis* - Lycaenidae (Lepidop- tera)
Mariposa azulada del Segundo	*Philotes (Shijimiaeoides) battoides allyni* - Lycaenidae (Lepidoptera)
Mariposa azulada grande	*Maculinea arion* - Lycaenidae (Lepidoptera)
Mariposa cobriza mayor	*Lycaena dispar* - Lycaenidae (Lepidoptera)
Mariposa de la col importada	*Pieris rapae* - Pieridae (Lepidoptera)
Mariposa *Euptychia*	*Euptychia* spp. - Nymphalidae (Lepidoptera)
Mariposa *Glaucopsyche*	*Glaucopsyche lygdamus* - Lycaenidae (Lepidoptera)
Mariposa *Heliconius*	*Heliconius ethilla* - Nymphalidae (Lepidoptera)
Mariposa monarca	*Danaus plexippus* - Nymphalidae (Lepidoptera)
Mariposa *Naja*	*Naja* spp. - Nymphalidae (Lepidoptera)
Mariposa *Sandia*	*Sandia macfarlandi* - Lycaenidae (Lepidoptera)
Mariposa Sthenele	Cercionis sthelene Mymphalidae (Lepidoptera)
Mariposa Xerces	*Glaucopsyche xerces* - Lycaenidae (Lepidoptera)

Mariposas de la col nativas	diversas especies de *Pieris*, especialmente *P. proto- dice* y *P. occidentalis* - Pieridae (Lepidoptera)
Mariposas de las pasionarias (o *Heliconius)*	*Heliconius ethilla* - Nymphalidae (Lepidoptera)
Mariposas *Morpho*	*Morpho* spp. - Nymphalidae (Lepidoptera)
Mariquitas	Coccinellidae (Coleóptera)
Moscardas, moscas de la Carne	Calliphoridae (Díptera)
Moscas de armadura	Stratiomydae (Díptera)
Moscas del vinagre (o drosófilas)	*Drosophila* spp. - Drosophilidae (Díptera)
Mosquitos	Culicidae (Díptera)
Mosquitos danzarines	Empididae (Díptera)
Mosquitos *Aropheles*	*Anopheles* spp. - Culicidae (Díptera)
Musca vetustissima	Muscidae (Díptera)
Ornitópteras (o mariposas de alas de pájaro)	*Troides* y géneros próximos - Papilionidae (Lepidoptera)
Oruga de la encina (gitana)	*Porthetria dispar* - Lymantriidae (Lepidoptera)
Papilio xuthus	Papilionidae (Lepidoptera)
Polilla de abdomen dorado	*Nygmia phaeorrhaea* - Lymantriidae (Lepidoptera)
Polilla del cactus	*Cactoblastis cactorum* - Pyralidae (Lepidoptera)
Pulga de rata	*Xenopsylla cheopis* - Pulicidae (Siphonaptera)
Simúlidos (o moscas negras)	Simuliidae (Díptera)
Sírfidos	Syrphidae (Díptera)

OTROS INVERTEBRADOS (DIVERSOS PHYLA)

Ácaros	Orden Acariña, clase Arachnida. Phylum Arthropoda
Ácaros araña	Tetranychidae - Orden Acariña. Clase Arachnida. Phylum Arthropoda
Ácaros	Orden Acariña, clase Arachnida. Phylum Arthropoda
Acaros araña	Tetranychidae - Orden Acariña. Clase Arachnida. Phylum Arthropoda
Almeja asiática	*Corbicuia manilensis* - Clase Pelecypoda. Phylum Mollusca
Anémonas de mar	Clase Anthozoa (en parte). Phylum Coelenterata

Artemia salina	*Artemia* spp. Clase Crustácea. Phylum Arthropoda
Ascidias	Clase Ascidiacea. Phylum Chordata
Briozoos	Phylum Bryozoa (= Ectoprocta)
Cangrejos	*Cáncer, Callinectes* y otros géneros - Clase Crustáceos, Phylum Arthropoda
Coral	Clase Anthozoa (en parte), Phylum Coelenterata
Estrella de mar	Clase Asteroidea, Phylum Echinodermata
Gamba	*Peneus, Crago* y otros géneros - Clase Crustácea, Phylum Arthropoda
Garrapatas	Ixodidae y otras familias - Orden Acariña, clase Arachnida, Phylum Arthropoda
Gusanos con trompa	Phylum Nemertina
Gusanos segmentados	Phylum Annelida
Holoturias o cohombros de mar	Clase Holothuroidea, Phylum Echinodermata
Langostas	*Homarus, Palinurus* y otros géneros - Clase Crustácea, Phylum Arthropoda
Lombriz de tierra	*Lumbricus* y otros géneros - Clase Oligochaeta, Phylum Annelida
Mejillones	*Mytílus* y otros géneros - Clase Pelecypoda, Phylum Mollusca
Ostras	*Ostraea* y otros géneros - Clase Pelecypoda, Phylum Mollusca
Pechinas	Clase PelecvDoda. Phvlum Mollusca

PLANTAS (REINO VEGETAL)

Albarrán acicalado	*Pedicularis furbishiae* - Scrophulariacea
Alfalfa	*Medicago sativa* - Leguminosae (= Fabaceae)
Amaranthus	Amaranthaceae
Árbol del caucho	*Hevea brasiliensis* - Euphorbiaceae
Árbol del pan	*Artocarpus altilis* - Moraceae
Arroz	*Oryza sativa* - Graminaea (= Poaceae)
Artemisas	*Artemisia* spp. - Compositae (= Asleraceae)
Asclepiadáceas	Asclepiadaceae
Asteres	*Aster. Erigeron* y otros géneros - Compositas (= Asteraceae)
Bambúes	*Bambusa, Phyllostachys* y otros géneros - Grami- naeae (= Poaceae)
Balsa	*Ochroma pyramidale* - Bombacaceae
Boj	*Buxus sempervirens* - Buxaceae

Boniato	*Ipomoea batatas* - Convolvulaceae
Brezo de flor de jazmín	*Erica jasminiflora* - Ericaceae
Brezos	Ericaceae
Bulbos	Liliaceae. Amaryllidaceae, Iridaceae
Cacahuete	*Arachis hypogaea* - Leguminosae (= Fabaceae)
Cactus	Cactaceae
Campánulas	*Campánula* spp. - Campanulaceae
Caña de azúcar	*Saccharum officinarum* - Graminae (= Poaceae)
Caobas	*Swietenia* spp. - Meliaceae
Cardo ruso	*Salsola pestífera* - Chenopodiaceae
Castaño americano	*Castanea dentata* - Fagaceae
Castillejas	*Castilleja* spp., - Scrophulariaceae
Cebada	*Hordeum vulgare* - Gramineae (= Poaceae)
Centeno	*Secale cereale* - Graminae
Cinquefolia de Robbins	*Potentilla robbinsiana* - Rosaceae
Cocotero	*Cocos nucífera* - Palmae (= Arecaceae)
Colombina	*Aquilegia* spp. - Ranunculaceae
Crinum	*Crinum mauritianum* - Amaryllidaceae
Chumbera	*Opuntia* spp. - Cactaceae
Digital (dedalera)	*Digitalis purpurea* - Scrophulariaceae
Dipterocarpos	Dipterocarpaceae
Dorónico	*Doronicum cataractum* - Compositae (= Asteraceae)
Encina del interior de California	Quercus wislizenii - Fagaceae
Encina negra de California	*Quercus kellogi* - Fagaceae
Encinas	*Quercus* spp. - Fagaceae
Espuela de caballero	*Delphinium nelsoni* - Ranunculaceae
Eucaliptus Plunkett mallee	*Eucalyptus currisii* - Mytaceae
Fritilaria	*Fritillaria liliácea* - Liliaceae
Gilia escarlata	*ípomopsis aggregata* - Polemoniaceae
Girasoles	*Helianthus, Wyethia,* y otros géneros - Compositae (- Asteraceae)
Gladiolo dorado	*Gladiolus aureus* - lridaceae
Gramínea *Hubbardia*	*Hubbardia heptaneuron* - Gramineae (= Poaceae)
Guayule	*Parthenium argentatum* - Compositae (= Asteraceae)
Guisante	*Pisum sativum* - Leguminosae (= Fabaceae)
Habichuela	*Phaseolus* spp. - Leguminosae (= Fabaceae)
Jojoba	*Simmondsia chinensis* - Buxaceae
Kniphofia umbrina	Liliaceae

Lauán árbol de la caoba	*Persea theobromifolia* - Lauraceae (un pariente del aguacate, que no debe ser confundido con los árboles del género *Swietenia* (Meliaceae) y géneros próximos que constituyen las caobas más comunes)
Lechetrezna (o euforbia) del Camerún	*Euphorbia cameronii* - Euphorbiaceae
Leucaena	*Leucaena leucocephala* - Leguminosae (= Fabaceae)
Líquenes	Un hongo, generalmente de la división Ascomycota que vive simbióticamente con un alga verde (división Chlorophyta) o una cianofícea
Lorantácea de Adams	*Trilepidea adamsii* - Lonranthaceae
Lupinos	*Lupinus* spp. - Leguminosae (= Fabaceae)
Maíz	*Zeamays* - Graminae (= Poaceae)
Mandioca	*Manihot esculenta* - Euphorbiaceae
Mentas	Labiatae (= Lamiaceae)
Mijo	*Panicum miliaceum* - Graminae (= Poaceae)
Ñames (Batatas)	*Dioscorea* spp. - Dioscoreaceae
Olivo de Lapérrine	*Olea laperrinei* - Oleaceae
Olmo americano	*Ulmus americana* - Ulmnaceae
Orquídea rusa	*Himantoglossum caprinum* - Orchidaceae
Orquídeas	Orchidaceae
Palmera de Vuleito	*Neoveitchia storckii* - Palmae (Arecaceae)
Patata	*Solanum tuberosum* - Solanaceae
Penstémones	*Penstemon* - spp. - Scrophulariaceae
Peonía de las islas Baleares	*Paeonia cambessedesii* - Paenoiaceae
Pervinca de Madagascar	*Catharunthus (Vinca) roseus* - Apocynaceae
Pino de pinas erizadas	*Pinus longaeva* - Pinaceae
Pino de Stankevicz	*Pinus stankeviczi* - Pinaceae
Pinos	*Pinus* spp. - Pinaceae
Plátano (banano)	*Musa* spp. - Musaceae
Próteas	*Protea* spp. - Proteaceae
Quinas	*Cinchona* spp. - Rubiaceae
Quinoa, arrocillo o trigo inca	*Chenopodium quinoa* - Chenopodiaceae
Rafflesia arnoldii	Rafflesiaceae
Ranúnculo godieyano	*Ranunculus godleyanus* - Ranunculaceae
Rauwolfia	*Rauwolfia serpentina,* y otras especies - Apocy nacae
Remolacha azucarera	*Beta vulgaris* (algunas variedades) - Chenopodia ceae
Saguaro	*Carnegiea gigantea* - Cactaceae

Saxífragas	*Saxífraga* spp. - Saxifragaceae
Selaginela	*Selaginella horizontalis* - Selaginellaceae
Sequoia	*Seqüoia sempervirens* - Taxodiaceae
Sequoia gigante	*Sequoiadendron giganteum* - Taxodiaceae
Soja	*Glycene max* - Leguminoseae (= Fabaceae)
Sorgo	*Sorghum vulgare* - Graminae (= Poaceae)
Tomillo silvestre	*Thymus drucei* - Labiatae (= Lamiaceae)
Trigo	*Triticum aestivum* - Graminae (= Poaceae)
Zarzas (moras)	*Rubus strigosus, R. idaeus* y otras especies - Rosaceae

Nos encontramos en un mundo en el que las especies se están extinguiendo (por desidia, por afán de explotación, por la búsqueda interminable de "progreso", etc.) a un ritmo mayor del que permitiría su sustitución por medio de procesos naturales. Nadie puede predecir a lo que abocará realmente esta situación, pero al sufrir un empobrecimiento la naturaleza, también le cuesta cada vez más proporcionarnos esos servicios gratuitos a los que estamos acostumbrados, como son el depurar el aire y el agua, darnos alimentos, reciclar los desperdicios, proteger las cosechas de las plagas, nutrir el suelo, alegrarnos con la belleza de los pájaros y de las mariposas, etc.

Paul R. Ehrlich es profesor de ciencias biológicas y de estudios de población en la Universidad de Stanford. Experto en ecología humana y evolución, ha escrito numerosos libros de divulgación sobre estos temas, entre los que destaca *The Population Bomb*. Anne R. Ehrlich es asimismo autora de múltiples artículos y libros sobre demografía y medio ambiente, y ha sido asesora del gobierno de los EE.UU. en el informe *Global 2000*. Es coautora con Paul R. Ehrlich del libro *La explosión demográfica*, publicado en esta colección.

Nos encontramos en un mundo en el que las especies se están extinguiendo (por desidia, por afán de explotación, por la búsqueda interminable de "progreso", etc.) a un ritmo mayor del que permitiría su sustitución por medio de procesos naturales. Nadie puede predecir a lo que abocará realmente esta situación, pero al sufrir un empobrecimiento la naturaleza, también le cuesta cada vez más proporcionarnos esos servicios gratuitos a los que estamos acostumbrados, como son el depurar el aire y el agua, darnos alimentos, reciclar los desperdicios, proteger las cosechas de las plagas, nutrir el suelo, alegrarnos con la belleza de los pájaros y de las mariposas, etc.

Paul R. Ehrlich es profesor de ciencias biológicas y de estudios de población en la Universidad de Stanford. Experto en ecología humana y evolución, ha escrito numerosos libros de divulgación sobre estos temas, entre los que destaca *The Population Bomb*. Anne R. Ehrlich es asimismo autora de múltiples artículos y libros sobre demografía y medio ambiente, y ha sido asesora del gobierno de los EE.UU. en el informe *Global 2000*. Es coautora con Paul R. Ehrlich del libro *La explosión demográfica*, publicado en esta colección.